

I. *Ueber den Durchgang eines elektrischen Stromes durch eine Ebene, insbesondere durch eine kreisförmige; vom Studiosus Kirchhoff,*

Mitglied des physikalischen Seminars zu Königsberg.

Leitet man einen constanten galvanischen Strom durch eine Metallscheibe, so wird sich die Elektrizität in dieser auf eine bestimmte Weise vertheilen. Die Art der Vertheilung kann man nach den von Ohm aufgestellten Principien theoretisch ermitteln. Ich habe die dazu nöthige Rechnung unter der Voraussetzung, daß der Zustand der Scheibe ein stationärer geworden sey, in dem Falle durchgeführt, daß die Scheibe eine kreisförmige ist, und daß die Elektrizität durch einen Draht in sie hinein, durch einen zweiten aus ihr heraustrete. Das Resultat wurde insbesondere einfach, wenn der Ein- und der Austrittspunkt in der Peripherie der Scheibe liegen; in diesem Falle habe ich dasselbe durch Versuche geprüft und, wie es mir scheint, eine hinreichende Bestätigung gefunden. Ich will hier zuerst die theoretischen Betrachtungen angeben, und dann die Experimente beschreiben, die ich angestellt habe.

Bestimmen wir die Lage eines Punktes der leitenden Ebene durch die rechtwinklichen Coordinaten x und y , so ist die elektrische Spannung desselben, u , eine Function von x und y ; d. h. es ist:

$$u = f(x, y)$$

Die Gleichung $f(x, y) = u_0$ stellt, wenn u_0 eine Constante bezeichnet, ein Curve dar, in der alle Punkte dieselbe Spannung haben. Wir betrachten zwei solche unendlich nahe liegende „Curven gleicher Spannung:“

$$f(x, y) = u^0$$

$$f(x, y) = u^0 + du,$$

nehmen in der ersten 2 unendlich nahe liegende Punkte A, B an (Fig. 1. Taf. V.), und ziehen in ihnen die Normalen; diese sind zugleich Normalen der zweiten Curve in den Punkten A', B' , so daß $ABA'B'$ ein unendlich kleines Rechteck ist, bei dem jeder Punkt der Seite AB die Spannung u_0 , und jeder Punkt der Seite $A'B'$ die Spannung $u_0 + du$ hat; durch dieses Rechteck fließt also, nach den Ohm'schen Principien, in der Zeiteinheit in der Richtung von AA' eine Elektrizitätsmenge, die

$$= -k \cdot AB \cdot \frac{du}{AA'}$$

ist, wo k die Leitungsfähigkeit der Scheibe bezeichnet; nehmen wir an, daß dieselbe die unendlich kleine Dicke δ habe, so tritt δ noch als Factor hinzu, so daß der Ausdruck:

$$-k \cdot \delta \cdot AB \cdot \frac{du}{AA'}$$

wird. Dieselbe Menge von Elektrizität fließt durch eine jede Linie CD , die wir durch das Rechteck $ABA'B'$ ziehen; ziehen wir CD parallel der x Axe, und setzen den Winkel, den AA' , d. h. die Richtung des Stromes, mit dieser bildet, $= \varphi$, so ist die Elektrizitätsmenge, die durch CD fließt:

$$= -k \cdot \delta \cdot CD \cdot \sin \varphi \cdot \frac{du}{AA'}.$$

Dieser Ausdruck läßt sich noch auf eine andere Form bringen; es ist nämlich:

$$du = \frac{du}{dx} dx + \frac{du}{dy} dy$$

wo dx und dy die Unterschiede der Coordinaten von A und A' bezeichnen; hieraus folgt:

$$\frac{du}{AA'} = \frac{du}{dx} \cos \varphi + \frac{du}{dy} \sin \varphi;$$

da ferner der Punkt A dieselbe Spannung hat, als B , so muß

$$0 = \frac{du}{dx} \sin \varphi - \frac{du}{dy} \cos \varphi$$

seyn; aus diesen beiden Gleichungen ergibt sich:

$$\frac{du}{AA'} \cos \varphi = \frac{du}{dx}, \quad \frac{du}{AA'} \sin \varphi = \frac{du}{dy}.$$

Der obige Ausdruck ist also:

$$= -k \cdot \delta \cdot CD \cdot \frac{du}{dy}.$$

Da die Lage des Coordinatensystemes eine ganz willkürliche war, so ist das Resultat der angestellten Untersuchung: daß durch irgend ein lineares Element ds in der Zeiteinheit eine Menge von Electricität fließt, die

$$= -k \cdot \delta \cdot ds \cdot \frac{du}{dN}$$

ist, wenn wir mit $\frac{du}{dN}$ die Differentiation nach der Richtung der Normale von ds bezeichnen.

Durch diese Bemerkung wird es leicht, die Bedingung zu finden, der u genügen muß, damit der elektrische Zustand der Scheibe ein stationärer seyn könne. Betrachten wir nämlich eine geschlossene Curve in derselben, innerhalb der ihr keine Electricität zugeführt wird, so muß die Summe aller Electricitätsmengen, die durch diese Curve fließen $= 0$ seyn; es muß also:

$$\int ds \cdot \frac{du}{dN} = 0$$

seyn, wenn dieses Integral über die ganze Curve ausgedehnt wird. Bezeichnen wir die Winkel, die N mit den Coordinatenaxen bildet, durch (N, x) und (N, y) , so haben wir:

$$\frac{du}{dN} = \frac{du}{dx} \cos(N, x) + \frac{du}{dy} \cos(N, y)$$

$$dx = -ds \cdot \cos(N, y)$$

$$dy = ds \cdot \cos(N, x),$$

und die Gleichung wird diese ¹⁾:

$$\int \left(\frac{du}{dx} dy - \frac{du}{dy} dx \right) = 0.$$

Denken wir uns den Fall, daß die Elektricität durch einzelne Punkte in die Scheibe und aus ihr heraustrete, und betrachten nun zweitens eine geschlossene Curve, die einen von den Eintrittspunkten umschließt, so muß in Bezug auf sie:

$$-k \cdot \delta \cdot \int ds \cdot \frac{du}{dN} = -k \cdot \delta \cdot \int \left(\frac{du}{dx} dy - \frac{du}{dy} dx \right) = E$$

seyn, wenn E die Elektricitätsmenge bezeichnet, die durch diesen Punkt der Scheibe zugeführt wird.

Als dritte Bedingung für u tritt noch hinzu, daß für die Grenze der Scheibe $\frac{du}{dN} = 0$ seyn muß, weil durch diese an keiner Stelle Elektricität zu- oder abfließen soll; d. h. daß die Curven gleicher Spannung die Gränze senkrecht schneiden ²⁾. Ist die Scheibe unbegrenzt, so fällt

- 1) Da die betrachtete Curve eine ganz beliebige war (außer daß sie gewisse Punkte nicht umschließen sollte), so kann diese Bedingung nicht anders erfüllt werden, als daß $\frac{du}{dx} dx - \frac{du}{dy} dy$ ein vollständiges Differential, $= d\psi$, ist; d. h. es muß:

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} = 0$$

seyn. Die Gleichung $d\psi = 0$, d. h. $\psi = \text{const}$, stellt ein System von Curven dar, die die Curven gleicher Spannung senkrecht schneiden, d. h. die Strömungslinien.

- 2) Bestände die Scheibe aus zwei Stoffen von verschiedener Leitungsfähigkeit, so würden für die Berührungcurve beider folgende Bedingungen hinzukommen (wenn k und k' die Leitungsfähigkeiten, u und u' die Spannungen bezeichnen):

$$k \cdot \frac{du}{dN} = k' \cdot \frac{du'}{dN}$$

und $u - u' =$ der elektromotorischen Kraft, die durch die Berührung der beiden Stoffe erzeugt wird.

Aus der letzten Gleichung folgt:

$$\frac{du}{ds} = \frac{du'}{ds};$$

die letzte Bedingung fort; an ihre Stelle tritt die, daß die Spannung in der Unendlichkeit = einer constanten endlichen GröÙe ist.

Fügen wir noch hinzu, daß die Elektrizitätsmenge, welche die ganze Scheibe enthält = einer gegebenen sey, oder daß die Spannung in einem bestimmten Punkte eine gegebene sey, so haben wir alle Bedingungen aufgestellt, welchen u nach unserer Theorie genügen muß; durch diese muß u eindeutig bestimmt seyn, da die Vertheilung der Elektrizität bei einem bestimmten Experimente nur eine bestimmte seyn kann. Haben wir also eine Function für u gefunden, welche diesen Bedingungen genügt, so können wir sicher seyn, daß diese die wirkliche Vertheilung angiebt, falls die Theorie die richtige ist.

Wir wollen zuerst den Fall näher betrachten, wenn die Scheibe unbegrenzt ist. Es seyen $A_1, A_2 \dots A_n$ die Einströmungspunkte (ich will der Kürze halber jetzt unter diesem Namen sowohl die Einströmungspunkte im engeren Sinne als auch die Ausströmungspunkte verstehen, und will die Elektrizitätsmengen, die durch die letzteren abfließen, als negative einströmende bezeichnen); die Elektrizitätsmengen, die durch diese in der Zeiteinheit in die Scheibe treten, seyen $E_1, E_2 \dots E_n$, wobei

wir erhalten durch Division dieser Gleichung und der ersten:

$$k \cdot \frac{\frac{du}{dN}}{\frac{du}{ds}} = k' \cdot \frac{\frac{du'}{dN}}{\frac{du'}{ds}}.$$

Es ist aber $\frac{\frac{du}{dN}}{\frac{du}{ds}} =$ der $\cot g.$ des Winkels, den die Richtung des Stromes im ersten Medium mit N bildet; nennen wir diesen Winkel φ , und den entsprechenden für das zweite Medium φ' , so haben wir:

$$\operatorname{tg} \varphi : \operatorname{tg} \varphi' = k : k'.$$

Diese Proportion giebt das Gesetz an, nach dem ein elektrischer Strom gebrochen wird, wenn er aus einem Medium in ein anderes tritt.

$E_1 + E_2 + \dots + E_n = 0$ seyn muß; bezeichnen wir dann die Entfernungen eines Punktes in dieser von $A_1, A_2 \dots$ durch $r_1, r_2 \dots r_n$, so läßt sich leicht zeigen, daß wir allen aufgestellten Bedingungen genügen, wenn wir:

$$u = M - \frac{E_1}{2\pi \cdot k \cdot \delta} \log r_1 - \frac{E_2}{2\pi \cdot k \cdot \delta} \log r_2 - \dots - \frac{E_n}{2\pi \cdot k \cdot \delta} \log r_n$$

setzen.

Bilden wir nämlich das unbestimmte Integral:

$$\int \left(\frac{du}{dx} dy - \frac{du}{dy} dx \right),$$

so finden wir dieses:

$$= -\frac{1}{2\pi k \delta} (E_1 \cdot (r_1, R) + E_2 \cdot (r_2, R) + \dots + E_n (r_n, R))$$

wenn wir durch $(r_1, R), (r_2, R) \dots$ die Winkel bezeichnen, die $r_1, r_2 \dots$ mit einer festen Linie R bilden. Nehmen wir von diesem Integral die Gränzen in Bezug auf eine geschlossene Curve, welche keinen von den Einströmungspunkten umschließt, so wird es $= 0$; umschließt die Curve einen von den Punkten $A_1, A_2 \dots$ etwa A_1 ,

so wird das Integral in Bezug auf sie $= -\frac{1}{k \cdot \delta} \cdot E_1$;

also die Menge von Elektrizität, die in der Zeiteinheit durch sie hindurchströmt $= E_1$. Die dritte Bedingung wird ebenfalls erfüllt, denn für einen Punkt in der Unendlichkeit ist $r_1 = r_2 = \dots$; also:

$$\begin{aligned} u &= M + \frac{1}{2\pi k \delta} (E_1 + E_2 + \dots + E_n) \log r_1 \\ &= M. \end{aligned}$$

Um endlich der vierten Bedingung zu genügen, haben wir nur nöthig, der Constanten M einen passenden Werth zu geben.

Derselbe Ausdruck für u wird auch gelten, wenn die Scheibe begränzt ist, sobald nur die Gränze die Curven gleicher Spannung senkrecht schneidet.

Nehmen wir an, daß es nur zwei Einströmungspunkte gäbe, so ist:

$$u = M + N \cdot \log \frac{r_2}{r_1},$$

wo $N \cdot 2\pi k \delta = E_1 = -E_2$ gesetzt ist; die Curven gleicher Spannung werden also dargestellt durch die Gleichung:

$$\frac{r_2}{r_1} = \text{const};$$

sie sind also Kreise, welche über der Entfernung zweier Punkte als Durchmesser beschrieben sind, die zu A_1 und A_2 harmonisch liegen. Die Curven, welche diese senkrecht schneiden (d. h. die Strömungscurven), sind die Kreise, welche durch A_1 und A_2 gelegt werden können; wird die Scheibe also durch einen oder mehrere solcher Kreise begränzt, so hat u den angegebenen Werth ¹⁾.

Den beiden ersten Bedingungen für u wird für eine begränzte Scheibe immer genügt durch:

$$u = M - \frac{1}{2\pi k \delta} (E_1 \log r_1 + E_2 \log r_2 + \dots + E_n \log r_n + E'_1 \log r'_1 + E'_2 \log r'_2 + \dots + E'_m \log r'_m),$$

wo $r_1, r_2 \dots, E_1, E_2 \dots$ dieselbe Bedeutung wie oben haben. wo ferner $r'_1, r'_2 \dots$ die Entfernungen des in Rede stehenden Punktes der Scheibe von willkürlichen Punkten $A'_1, A'_2 \dots$, die außerhalb dieser liegen, bezeichnen, und $E'_1, E'_2 \dots$ beliebige Coëfficienten sind. In manchen Fällen wird man die Punkte $A'_1, A'_2 \dots$ und die Coëfficienten $E'_1, E'_2 \dots$ so bestimmen können, daß auch der dritten Bedingung genügt wird, d. h. daß die Curven $u = \text{const}$ die Gränze der Scheibe rechtwinklich schneiden. Ist die Scheibe eine kreisförmige, so ist dieses immer möglich.

Betrachten wir zuerst den Fall, daß nur zwei Einströmungspunkte vorhanden sind, so ist der Ausdruck für u , wenn wir wieder $2\pi k \delta N = E_1 = -E_2$ setzen:

$$u = M + N \left(\log \frac{r_2}{r_1} + \log \frac{r'_2}{r'_1} \right),$$

1) Die Curven, welche alle Punkte enthalten, die von gleich starken Strömen durchflossen werden, sind in diesem Falle Lemniscaten, deren Gleichung $r_1 \cdot r_2 = \text{const}$ ist.

wo wir die Punkte A'_1 und A'_2 durch folgende Construction finden: Wir verbinden den Mittelpunkt der Scheibe C (Taf. V. Fig. 2.) mit A_1 und A_2 , und schneiden auf den verlängerten Linien CA_1 , CA_2 zwei solche Stücke CA'_1 und CA'_2 ab, daß der Radius der Scheibe die mittlere Proportionale zwischen CA_1 und CA'_1 , und zwischen CA_2 und CA'_2 ist ¹⁾

- 1) Der Beweis dafür, daß die Curven $\log \frac{r_2}{r_1} + \log \frac{r'_2}{r'_1} = \text{const}$ die Gränze der Scheibe senkrecht schneiden, ist folgender: Die Gleichung der Curven, welche jene rechtwinklich schneiden, ist:

$$\nu = (r_2, R) - (r_1, R) + (r'_2, R) - (r'_1, R) = \text{const.}$$

Führen wir rechtwinkliche Coordinaten ein, so wird dieses eine Gleichung des vierten Grades. Sowohl die Curven: $\log \frac{r_2}{r_1} = \text{const}$, als

auch die Curven: $\log \frac{r'_2}{r'_1} = \text{const}$, schneiden den Kreis, der durch die vier Punkte A_1, A_2, A'_1, A'_2 gelegt werden kann, rechtwinklich; dieser wird also auch von den Curven $\log \frac{r_2}{r_1} + \log \frac{r'_2}{r'_1} = \text{const}$ rechtwinklich geschnitten; seine Gleichung muß daher auch in der Gleichung $\nu = \text{const}$ enthalten seyn; wir schliessen daraus, daß der linke Theil dieser Gleichung, wenn sie auf 0 gebracht ist, sobald wir der Constanten einen passenden Werth geben, sich in zwei Factoren zerlegen läßt, von denen der eine der linke Theil der auf 0 gebrachten Gleichung des durch A_1, A_2, A'_1, A'_2 gelegten Kreises ist; es läßt sich zeigen, daß der andere Factor, wenn er $= 0$ gesetzt wird, die Gleichung der Gränze der Scheibe bildet. Machen wir C zum Anfangspunkte der Coordinaten, setzen wir $CA_1 = \varrho_1$, $CA_2 = \varrho_2$, $CA'_1 = \varrho'_1$, $CA'_2 = \varrho'_2$, nennen wir ferner den Winkel, den ϱ_1 mit der x Axe bildet, φ_1 und den Winkel, den ϱ_2 mit ihr bildet, φ_2 , so werden die Gleichungen der beiden in Rede stehenden Kreise:

$$x^2 + y^2 - \varrho_1 \cdot \varrho'_1 = 0 \quad (\text{oder } x^2 + y^2 - \varrho_2 \cdot \varrho'_2 = 0)$$

und:

$$x^2 + y^2 + \frac{(\varrho_1 + \varrho'_1) \sin \varphi_2 - (\varrho_2 + \varrho'_2) \sin \varphi_2}{\sin (\varphi_1 - \varphi_2)} x - \frac{(\varrho_1 + \varrho'_1) \cos \varphi_2 - (\varrho_2 + \varrho'_2) \cos \varphi_1}{\sin (\varphi_1 - \varphi_2)} y + \varrho_1 \cdot \varrho'_1 = 0.$$

Die Gleichung $\nu = C$ wird, wenn wir für R die y Axe annehmen:

Haben wir n Einströmungspunkte, so wird der Ausdruck für u , wenn wir der Kürze wegen N_i für $\frac{E_i}{2\pi k\delta}$ setzen:

$$u = M - N_1(\log r_1 + \log r'_1) - N_2(\log r_2 + \log r'_2) - \dots - N_n(\log r_n + \log r'_n),$$

wo wir die Punkte $A'_1, A'_2 \dots$ wieder durch dieselbe Construction finden, indem wir C mit $A_1, A_2 \dots$ verbinden und auf den verlängerten Verbindungslinien solche Stücke $CA'_1, CA'_2 \dots$ abschneiden, daß der Radius der Scheibe die mittlere Proportionale zwischen CA_1 und CA'_1 , zwischen CA_2 und CA'_2 u. s. w. ist ¹⁾.

Beschreiben wir um die einzelnen Einströmungspunkte geschlossene Curven, und denken wir uns, daß diesen Curven die Elektrizität nicht durch die Punkte $A_1, A_2 \dots$ zugeführt würde, sondern auf irgend eine andere Weise (etwa durch Cylinderoberflächen, die in ihnen errichtet sind), doch so, daß einem jeden Punkte dieser Curven gerade so viel zugeführt wird, als früher, so wird sich der elektrische Zustand der Scheibe (mit Ausnahme

$$C = \text{arc tg} \frac{x - q_2 \cos q_2}{y - q_2 \sin q_2} - \text{arc tg} \frac{x - q_1 \cos q_1}{y - q_1 \sin q_1} \\ + \text{arc tg} \frac{x - q'_2 \cos q_2}{y - q'_2 \sin q_2} - \text{arc tg} \frac{x - q'_1 \cos q_1}{y - q'_1 \sin q_1}.$$

Bringen wir diese Gleichung auf eine algebraische Form und setzen $C = q_1 - q_2$, so erhalten wir eine Gleichung, welche identisch mit dem Product der beiden ersten Gleichungen ist.

- 1) Da nämlich $N_1 + N_2 + \dots + N_n = 0$ ist, so läßt sich u unter folgender Form darstellen:

$$u = M - \sum \frac{N_k - N_\lambda}{n} (\log r_k + \log r'_k - \log r_\lambda - \log r'_\lambda),$$

wo die Summe in Bezug auf k und λ zu nehmen ist, doch so, daß λ immer größer als k ist (denn suchen wir in den beiden Ausdrücken für u die Coefficienten von $\log r_i + \log r'_i$, so finden wir sie gleich); ein einzelnes Glied dieses Ausdrucks $= \text{const}$ gesetzt, stellt nach dem Vorigen ein System von Curven dar, welche die Gränze der Scheibe senkrecht schneiden; ein solches System stellt also auch die Summe $= \text{const}$ gesetzt, dar.

der Fläche der Curven) nicht ändern, es wird also für u derselbe Ausdruck gelten. Wir wollen zu diesen Curven unendlich kleine Kreise nehmen, deren Mittelpunkte $A_1, A_2 \dots$ sind; diesen Kreisen wurden von den Punkten $A_1, A_2 \dots$ die Elektrizitätsmengen $E_1, E_2 \dots$ zugeführt, und zwar vertheilte sich eine jede gleichmäÙig auf alle Theile des zugehörigen Kreises ¹⁾; denken wir uns also diese Kreise als die Peripherien der Flächen, mit denen die Scheibe von Drähten berührt wird, die ihr die Elektrizitätsmengen $E_1, E_2 \dots$ zuführen, so wird der aufgestellte Ausdruck für u Gültigkeit haben, wenn wir annehmen können, daß der Strom in einem jeden Drahte gleichmäÙig in Bezug auf seine Axe vertheilt sey. In einiger Entfernung von der Scheibe findet diese Vertheilung im Drahte statt, da also die Möglichkeit da ist, daß sie bis zum Ende des Drahtes bleibe, so wird dieses wirklich eintreffen.

Wir haben bis jetzt $E_1, E_2 \dots$ immer als unmittelbar gegeben betrachtet; verfolgen wir ein bestimmtes Experiment, so müssen wir diese GröÙen erst durch Rechnung ermitteln. Ich will von dieser Rechnung ein einfaches Beispiel geben, wobei wir zugleich den Widerstand der Scheibe finden werden.

Zwei um A_1 und A_2 beschriebene Kreise seyen die

- 1) Die Curven gleicher Spannung in der Nähe des Punktes A_1 werden die concentrischen Kreise $r_1 = \text{const}$, weil hier r_1 unendlich klein gegen $r_2, r_3 \dots r'_1, r'_2 \dots$ ist; und hieraus folgt, daß sich die Elektrizität vom Punkte A_1 gleichmäÙig nach allen Richtungen hin verbreitet. Diese Betrachtung gilt jedoch nicht, wenn A_1 sehr nahe an der Peripherie der Scheibe liegt, denn dann wird auch r'_1 unendlich klein. Befindet sich also einer von den Drähten sehr nahe an der Gränze, so wird der für u aufgestellte Ausdruck für Punkte, die nahe am Drahte liegen, nicht gelten; daß er dennoch für entfernte Punkte gilt, ergibt sich, wenn wir für den Draht eine unendliche Zahl sehr nahe liegender Einströmungspunkte substituiren. Hieraus ergibt sich denn auch, daß im allgemeinen Fall die Gestalt der Drähte in Bezug auf die Spannung der entfernt liegenden Punkte von gar keinem Einfluß ist, wenn sie nur als unendlich dünn betrachtet werden können.

beiden Enden eines Drahtes, der den Radius ϱ und die Leitungsfähigkeit k' habe. In einem Querschnitte des Drahtes D habe die elektromotorische Kraft K ihren Sitz; es soll der elektrische Zustand der Schließung ermittelt werden.

Bezeichnen wir die Länge des Drahtes von dem Querschnitte D bis zu einem andern Querschnitte mit l , so ist die Spannung dieses:

$$\left. \begin{aligned} u' &= m - n l \\ u' &= m - K + n l' \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{für die eine Hälfte des Drahtes,} \\ \text{für die andere Hälfte.} \end{array}$$

Die Spannung eines Punktes der Scheibe ist:

$$u = M - \frac{E}{2\pi k \delta} \log \frac{r_1 \cdot r'_1}{r_2 \cdot r'_2}.$$

Hier bedeutet E die Intensität des Stromes, der durch den Draht fließt; es ist also:

$$E = n \cdot k' \cdot \pi \varrho^2, \quad n = \frac{E}{k' \cdot \pi \varrho^2}.$$

Sind die Werthe von l , die zu den durch A_1 und A_2 gelegten Querschnitten des Drahtes gehören l_1 und l_2 , so sind die Spannungen in diesen ¹⁾:

$$u'_1 = m - \frac{E}{k' \cdot \pi \cdot \varrho^2} l'_1$$

$$u'_2 = m - K + \frac{E}{k' \cdot \pi \cdot \varrho^2} l_2.$$

Die Peripherien dieser Querschnitte gehören aber auch der Scheibe an, folglich ist:

$$u'_1 = M - \frac{E}{2\pi k \delta} \log \frac{\varrho \cdot A_1 A'_1}{A_1 A_2 \cdot A_1 A'_2}$$

$$u'_2 = M - \frac{E}{2\pi k \delta} \log \frac{A_2 A_1 \cdot A_2 A'_1}{\varrho \cdot A_2 A'_2}.$$

1) Diese Ausdrücke sind nicht streng richtig; denn in der Nähe der Scheibe gilt nicht die Gleichung $u' = m - n l$, weil die Ströme in dem Drahte hier nicht parallel mit seiner Axe sind; doch da wir ϱ als unendlich klein betrachten, so können wir diesen Umstand vernachlässigen. — Auf dieselbe Art müssen wir die Gleichung $\omega' = \frac{l_1 + l_2}{k' \cdot \pi \varrho^2}$ rechtfertigen.

(Da nämlich ϱ unendlich klein ist, so können wir in u'_1 für r'_1 , A_1 , A'_1 u. s. w. setzen.) Aus diesen Gleichungen ergibt sich:

$$K = E \cdot \left\{ \frac{(l_1 + l_2)}{k' \cdot \pi \varrho^2} + \frac{1}{2\pi k \delta} \log \left(\left(\frac{A_1 A_2}{\varrho} \right)^2 \cdot \frac{A_1 A'_2 \cdot A'_1 A_2}{A_1 A'_1 \cdot A_2 A'_2} \right) \right\}.$$

Bezeichnen wir den Widerstand der Scheibe mit ω , den des Drahtes mit ω' , so muß:

$$K = E \cdot (\omega' + \omega)$$

seyn; da nun:

$$\omega' = \frac{l_1 + l_2}{k' \cdot \pi \varrho^2}$$

ist, so ist:

$$\omega = \frac{1}{2\pi \cdot k \cdot \delta} \cdot \log \left\{ \left(\frac{A_1 A_2}{\varrho} \right)^2 \cdot \frac{A_1 A'_2 \cdot A_2 A'_1}{A_1 A'_1 \cdot A_2 A'_2} \right\}.$$

Ich wende mich jetzt zur Beschreibung der Versuche, welche ich angestellt habe.

Ich benutzte zu ihnen eine kreisförmige Scheibe von dünnem Kupferblech, die einen Fuß im Durchmesser hatte; an zwei Punkten ihres Randes, die $\frac{3}{4}$ F. von einander abstanden, waren zwei dünne Kupferdrähte angelöthet, die mit den Polen einer Hydrokette in Verbindung gesetzt wurden. Setzte ich auf die Scheibe die Enden zweier Drähte, deren andere Enden in die Quecksilberschälchen eines Multipliers getaucht waren, so mußte die Magnetnadel desselben eine Ablenkung erleiden, wenn die Punkte der Scheibe, in denen diese berührt wurde, eine verschiedene Spannung hatten; sie mußte keine Ablenkung erleiden, wenn die berührten Punkte in *einer* Curve gleicher Spannung lagen. Lief ich also den einen Draht fest stehen und suchte mit dem andern solche Punkte, daß die Magnetnadel keine Ablenkung erlitt, so konnte ich beliebig viele Punkte finden, die in der durch den Fußpunkt des ersten Drahtes gezogenen Curve gleicher Spannung lagen. Nach der Theorie sollte diese Curve ein Kreis seyn, der über einem Durchmesser beschrieben ist, dessen Endpunkte zu

den Einströmungspunkten harmonisch sind; ich suchte also einen solchen Kreis zu zeichnen, der den gefundenen Punkten möglichst nahe läge. In der folgenden Tabelle geben die erste Columnne den Radius dieses Kreises, die folgenden die Entfernungen der gefundenen Punkte von ihm an (die Einheit ist $\frac{1}{1000}$ Zoll).

Radius.

Entfernungen.

114 +1, -1, -1, +1

278 0, 0, 0, 0, 0, +1

604 +1, +1, +1, 0, -1, -1, -3, -2, 0, -4, +7,

590 -1, -2, -1, 0, 0, 0, +3

285 0, -1, -1, -1, 0, -2, +7

117 0, 0, -1, +1

+2, +2, 0, -2, -3, 0, 0, +2, +4, +6, +3, 0.

Die Figur 3. Taf. V. zeigt die ungefähre Lage der beobachteten Punkte. (Die letzte Reihe in der Tabelle bezieht sich auf die Punkte, welche nahe an der Mittellinie *BC* liegen, und giebt ihre Entfernungen von dieser an.)

Die Abweichungen sind so geringe, daß sie wohl hinreichend aus der ungleichmäßigen Leitungsfähigkeit der Kupferscheibe und aus Beobachtungsfehlern erklärt werden können. Läßt man diese Erklärung zu, so beweist dieses Experiment, daß die Spannung in einem jeden

Punkte der Scheibe eine Function von $\frac{r_2}{r_1}$, d. h. daß:

$$u = f\left(\frac{r_2}{r_1}\right)$$

ist; welche Function f ist, zeigt ein anderer Versuch.

Ich leitete durch die Scheibe den Strom einer constanten Hydrokette, und berührte sie an zwei Punkten mit den Enden zweier Drähte, in deren Schließung außer dem Multiplicator eine schwache, aus Kupfer und Zink gebildete, Thermokette eingeschaltet war. Wählte ich jetzt die beiden Berührungspunkte so, daß durch den Multiplicator kein Strom ging, so mußte die Differenz

ihrer Spannungen gleich der elektromotorischen Kraft der Thermokette seyn. Ich nahm den einen Berührungspunkt in der Verbindungslinie der Einströmungspunkte an, und las an einer Scale seine Entfernungen von diesen, r_1 und r_2 , ab; dann suchte ich in derselben Linie den entsprechenden Berührungspunkt; die Entfernung dieses von den Einströmungspunkten will ich R_1 und R_2 nennen; es war $r_1 + r_2 = R_1 + R_2 = 39$, und ich fand:

| r_1 | R_1 |
|-------|-------|
| 5 | 10,4 |
| 10 | 17,3 |
| 15 | 22,8 |
| 20 | 28 |
| 25 | 31,5 |
| 30 | 34,4 |

Hieraus ergibt sich das Gesetz, welches r_1 , r_2 , R_1 , R_2 nahe befolgen:

$$\frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{R_2}{R_1} = \text{const.}$$

Berechnete ich nämlich nach diesem Gesetze R_1 aus r_1 , so fand ich folgende Abweichungen:

| R_1 | Fehler von R_1 . |
|-------|--------------------|
| 10,4 | +0,4 |
| 17,3 | -0,1 |
| 22,8 | -0,4 |
| 28 | +0,2 |
| 31,5 | 0,0 |
| 34,4 | -0,2 |

Dieselben Versuche, wie in der Verbindungslinie der Einströmungspunkte, stellte ich jetzt noch in einem durch diese gelegten Kreise an, der den Radius 5 Zoll hatte. Diesen Kreis hatte ich eingetheilt, um die Lage der Berührungspunkte bequem ablesen zu können, nenne ich die Bögen von dem einen Einströmungspunkte bis zu diesen beiden Punkten φ und Φ , so fand ich:

| φ . | Φ . |
|-------------|----------|
| 10 | 25,4 |
| 20 | 48,3 |
| 30 | 62,5 |
| 40 | 70,9 |
| 50 | 78,7 |
| 60 | 84 |
| 70 | 88,75 |
| 80 | 92. |

Der Bogen von dem einen Einströmungspunkte bis zum andern war $=100$; hieraus berechnete ich r_1, r_2, R_1, R_2 und untersuchte, ob diese Größen auch hier dem oben ausgesprochenen Gesetze folgten. Die Fehler, welche dann bei Φ vorausgesetzt werden mußten, waren:

| Φ . | Fehler von Φ . |
|----------|---------------------|
| 25,4 | +0,2 |
| 48,3 | +0,3 |
| 62,5 | -0,4 |
| 70,9 | -1,4 |
| 78,7 | 0,0 |
| 84 | -0,3 |
| 88,75 | 0,6 |
| 92 | 0,0. |

Die Fehler dieser und der vorigen Beobachtungsreihe können, meiner Meinung nach, hinreichend erklärt werden, theils als Beobachtungsfehler, theils aus der ungleichmäßigen Leitungsfähigkeit der Kupferscheibe, so daß folgendes Gesetz als durch das Experiment bewiesen angesehen werden kann: Wenn $f \frac{r_2}{r_1} - f \frac{R_2}{R_1}$ constant ist, so ist auch $\frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{R_1}{R_2}$ constant. (Es ist nämlich nach dem Früheren $f \frac{r_2}{r_1} - f \frac{R_2}{R_1} =$ der Differenz der Spannungen der Berührungspunkte.)

Hieraus ist es leicht, die Function f zu finden; setzen wir nämlich $\frac{r_2}{r_1} = p$, $\frac{R_2}{R_1} = P$, so beweist der eben ausgesprochene Satz, daß:

$$fp - fP = F \frac{p}{P}$$

ist, wo F eine noch unbekannte Function bezeichnet; setzen wir $\frac{p}{P} = q$, so wird die Gleichung:

$$f(qP) - f(P) = F(q)$$

oder wenn wir partiell nach P differenziren:

$$q \cdot f'(qP) - f'P = 0;$$

also, wenn wir $P=1$ setzen:

$$f'q = \frac{f'(1)}{q}$$

$$= \frac{N}{q}$$

$$fq = M + N \log q$$

$$u = M + N \log \frac{r_2}{r_1},$$

wo M und N zwei willkürliche Constanten bezeichnen.

Anmerkung.

Ich habe mir viele Mühe gegeben, den für den Widerstand der Scheibe aufgestellten Ausdruck durch Experimente zu prüfen; doch waren die Veränderungen, die der Widerstand erlitt, wenn die Entfernung der Drähte variirt wurde, so kleine Größen, daß die Beobachtungen eine Unsicherheit erhielten, bei der sie unmöglich etwas für oder gegen die Theorie beweisen konnten. Eine Hauptschwierigkeit, auf die ich außerdem bei diesen Versuchen stiefs, war die: zu bewirken, daß die Drähte die Scheibe immer mit derselben Innigkeit berührten; dieses konnte noch am besten dadurch bewirkt werden, daß ich statt der Kupferscheibe eine Quecksilberscheibe anwandte, in die ich die Drähte hineintauchte.

Um

Um die kleinen Veränderungen des Widerstandes beobachten zu können, traf ich folgende Vorrichtung: Der Strom einer starken Hydrokette theilte sich in die beiden Arme ACB und ADB (Taf. V. Fig. 4), die Punkte C und D waren durch einen Zwischenbogen verbunden, in den ein Multiplicator eingeschaltet war; AC enthielt die Scheibe mit den beiden Drähten, durch die der Strom durch diese hindurch geleitet wurde, BC einen Rheostaten; AD war ein kurzer dicker, BD ein langer dünner Kupferdraht. Stellte ich nun den Rheostaten so, dafs durch den Multiplicator kein Strom ging, so mußte ich, wie ich gleich beweisen will (wenn die Widerstände von AC , BC ,.. durch (AC) , (BC) ,.. bezeichne):

$$(AC) : (BC) = (AD) : (BD)$$

seyn. Die Veränderungen von (AC) waren also den unmittelbar beobachteten Veränderungen von (BC) proportional; einer kleinen Veränderung von (AC) entsprach aber eine bedeutende von (BC) .

Um die angegebene Proportion auf eine bequeme Weise ableiten zu können, will ich zuerst den folgenden Satz beweisen:

Wird ein System von Drähten, die auf eine ganz beliebige Weise mit einander verbunden sind, von galvanischen Strömen durchflossen, so ist:

1) wenn die Drähte 1, 2,.. μ in einem Punkte zusammenstoßen,

$$I_1 + I_2 + \dots + I_\mu = 0,$$

wo I_1, I_2, \dots die Intensitäten der Ströme bezeichnen, die jene Drähte durchflossen, alle nach dem Berührungspunkte zu als positiv gerechnet;

2) wenn die Drähte 1, 2,.. ν eine geschlossene Figur bilden,

$$I_1 \cdot \omega_1 + I_2 \cdot \omega_2 + \dots + I_\nu \cdot \omega_\nu$$

= der Summe aller elektromotorischen Kräfte, die sich auf dem Wege: 1, 2,.. ν befinden; wo $\omega_1, \omega_2, \dots$ die

Widerstände der Drähte, $I_1, I_2 \dots$ die Intensitäten der Ströme bezeichnen, von denen diese durchflossen werden, alle nach *einer* Richtung als positiv gerechnet.

Der erste Theil dieses Satzes ist eine unmittelbare Folge davon, daß dem Berührungspunkte der Drähte 1, 2, ... μ eben so viel Elektrizität zugeführt, als entzogen wird; der Beweis des zweiten Theiles ist folgender: die elektrische Spannung eines Punktes im Drahte i ist $=m_i - n_i l_i$, wo l_i die Entfernung desselben vom Anfangspunkte dieses Drahtes bezeichnet; nennen wir die ganze Länge dieses l'_i und die elektromotorische Kraft, die ihren Sitz in der Berührungsstelle dieses und des folgenden Drahtes hat, K_i , so erhalten wir durch die Betrachtung der Spannungen der Berührungspunkte je zweier auf einander folgenden Drähte die Gleichungen:

$$\begin{aligned} m_1 - n_1 l'_1 + K_1 &= m_2 \\ m_2 - n_2 l'_2 + K_2 &= m_3 \\ \dots \dots \dots \\ m_v - n_v l'_v + K_v &= m_1. \end{aligned}$$

Es ist also:

$$n_1 l'_1 + n_2 l'_2 + \dots + n_v l'_v = K_1 K_2 + \dots + K_v;$$

da aber $I_i = n_i k_i q_i$ und $\omega_i = \frac{l'_i}{k_i \cdot q_i}$ ist, wo k_i die Leitungsfähigkeit und q_i den Querschnitt des Drahtes i bezeichnet, so können wir diese Gleichung schreiben:

$$I_1 \cdot \omega_1 + I_2 \cdot \omega_2 + \dots + I_v \cdot \omega_v = K_1 + K_2 + \dots + K_v,$$

w. z. b. w.

Dieser Satz liefert uns durch wiederholte Anwendung immer so viel Gleichungen, als zur Bestimmung aller I 's nöthig sind. Wenden wir ihn auf den vorliegenden Fall an, so erhalten wir durch ihn (wenn wir die Drähte durch die in Fig. 4. Taf. V. beigeschriebenen Zahlen bezeichnen), da $I_5 = 0$ seyn soll:

$$\begin{aligned} I_1 + I_2 &= 0, & I_1 \cdot \omega_1 - I_3 \cdot \omega_3 &= 0 \\ I_3 + I_4 &= 0, & I_2 \cdot \omega_2 - I_4 \cdot \omega_4 &= 0. \end{aligned}$$

Aus diesen Gleichungen folgt: $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\omega_3}{\omega_4}.$

II. *Ueber den Zusammenhang zwischen Atomvolumen und Atomgewichten der flüssigen organischen Verbindungen; von C. Löwig.*

Zweite Abhandlung.

In meiner ersten Abhandlung (S. 209 dieses Bandes) habe ich zu beweisen gesucht:

1) dafs in den organischen Verbindungen das Atomvolumen des Kohlenstoffs 4 und 6 und das des Wasserstoffs 1 und 2 R. E. entspricht, und

2) dafs im Aether, Methyloxyd und Amyloxyd, so wie in den meisten organischen Säuren, das Volumen der Sauerstoffatome vollständig verschwunden, d. h. dafs das Volumen der Verbindungen genau dem Volume der Kohlen- und Wasserstoffatome entspricht. Nur bei der Essigsäure, Ameisensäure und Baldriansäure war es zweifelhaft, ob ihr Volumen entsprechend sey den Alkoholen, aus welchen sie entstehen, oder dem Volumen ihrer Kohlen- und Wasserstoffatome. Um hierüber Gewifsheit zu erlangen, habe ich das specifische Gewicht des essigsauren und ameisensauren Aethyloxyd bei gleichen Abständen von ihren Siedpunkten bestimmt und folgende Resultate erhalten.

Spec. Gewicht des essigsauren Aethyloxyds verglichen mit Wasser von 4°,1 bei 64° oder 10° unter dem Siedpunkte = 0,840, folglich sein Atomvolumen:

$$\frac{1100}{0,840} = 1310.$$

Spec. Gewicht des ameisensauren Aethyloxyds bei 43° oder 10° unter dem Siedpunkte = 0,906, folglich sein Atomvolumen:

$$\frac{925}{0,906} = 1020.$$

Nun ist das Atomvolumen des Weingeistes nach Gay-Lussac bei seinem Siedpunkte:

$$\frac{575,5}{0,73869} = 778 \text{ und } \frac{778}{34} = 22,88 \text{ für 1 R. E.}$$

Nach den Gay-Lussac'schen Contractionen ist das Volumen einer Raumeinheit 10° unter dem Siedpunkte $22,62^1$).

Nehmen wir nun eine gleiche Contraction bei den genannten Verbindungen an, so entspricht das Atomvolumen des essigsauren Aethyloxyds 57,91 R. E., nämlich:

$$\frac{1310}{22,62} = 57,91,$$

und das Atomvolumen des ameisensauren Aethyloxyds ist = 45,09 R. E. oder:

$$\frac{1020}{22,62} = 45,09.$$

Würden nun für essigsaures Aethyloxyd 58, und für ameisensaures Aethyloxyd 45 R. E. angenommen, so bleiben:

$$\text{für Essigsäure } (58 - 29) = 29 \text{ R. E.}$$

$$\text{für Ameisensäure } (45 - 29) = 16 \text{ R. E.}$$

Das Atomvolumen des *baldriansauren Aethyloxyds* ist nach Otto 120° unter dem Siedpunkte:

$$\frac{1625}{0,894} = 1817.$$

Setzt man die Gay-Lussac'schen Contractionen für den Weingeist bis auf 120° fort, so erhält man für 1000 Theile Weingeist 123,08. Demnach ist das Volumen einer Raumeinheit bei dieser Temperatur 20,05. Die Zahl der R. E. des baldriansauren Aethyloxyds ist daher:

- 1) In meiner ersten Abhandlung habe ich für das Volumen 1 R. E. beim Siedpunkt 22,56 und für einen Abstand von 10° unter demselben 0,22 angenommen, um die geringeren Contractionen, welche bei niedrigeren Temperaturen stattfinden, auszugleichen.

$$\frac{1817}{20,05} = 90,6,$$

und $90,6 - 29 = 61,6$ R. E. für die wasserfreie Baldriansäure. Leider fehlte es mir an Material um das spec. Gewicht dieser Verbindung bei einer höheren Temperatur bestimmen zu können.

Ohne Zweifel entsteht die Buttersäure ebenfalls aus einer alkoholartigen Verbindung $= C_4 H_9 O$, HO. Der Siedpunkt des *buttersauren Aethyloxyds* liegt nach Pelouze bei 112° . Sein spec. Gewicht ist ohne Angabe der Temperatur 0,921. Wird angenommen, dasselbe sey zwischen 15 bis 20° bestimmt worden, so entsprechen dem buttersauren Aethyloxyd 77 R. E.

$$\frac{1450}{0,921} = 1573 \text{ und } \frac{1573}{20,48} = 77$$

$77 - 29 = 48$ R. E. für die wasserfreie Buttersäure.

Berechnet man das Atomvolumen der wasserfreien Baldriansäure und Buttersäure aus ihren Hydraten, und nimmt man dabei die gleichen Contractionen an, so erhält man 3 bis 4 R. E. mehr. Da aber mit der Abnahme der Temperatur die Contractionen stets geringer werden, so ist, wegen der hohen Siedpunkte dieser Hydrate, die Ableitung der Atomvolumen aus der Aetherverbindung jedenfalls die richtigere.

Nimmt man an, dass die Buttersäure aus einem Alkohol $= C_4 H_9 O$, HO entsteht, so ist das Atomvolumen dieser Verbindung $= 55$ R. E.

$$C_4 = 8.4 + H_9 = 9.2 + O = 0 + HO = 5 = 55.$$

Der Aether dieser Verbindung entspricht dann $55 - 5 = 50$ R. E. Das Resultat dieser Berechnungen ist daher:

Das Atomvolumen der wasserfreien Essigsäure ist gleich dem Atomvolumen des Aethers $= 29$ R. E. Dagegen enthalten die Atomvolumen der wasserfreien Ameisensäure und Buttersäure 2 R. E. weniger, als ihre entsprechende Aetherverbindungen, und das Gleiche glaube ich auch bei der Baldriansäure annehmen zu dürfen.

Aus den Untersuchungen von Liebig geht entschieden hervor, dafs bei dem Uebergang des Aethers in Essigsäure zwei Processe *nach* einander stattfinden. Zuerst bildet sich C_4H_3O aus C_4H_5O , und im zweiten Acte oxydirt sich C_4H_3O zu $C_4H_3O_3$. Das Gleiche erfolgt ohne Zweifel auch bei der Bildung der Ameisensäure aus Holzgeist, und der Baldriansäure aus Fuselöl. Das Atom Sauerstoff, welches im Aether vollkommen sein Volumen verloren hat, bleibt auch vollständig verdichtet in C_4H_3O ; dagegen aber nimmt jedes Atom Sauerstoff, welches sich mit C_4H_3O vereinigt, das Volumen von 1 R. E. ein.

Wenn nun der gleiche Procefs bei der Bildung der Ameisensäure, Buttersäure und Baldriansäure angenommen wird, so berechnen sich die Raumeinheiten, welche ihre Atomvolumen enthalten, auf folgende Weise:

| | |
|------------------------|------------------------|
| $C_4 = 4.6 = 24$ R. E. | $C_2 = 2.6 = 12$ R. E. |
| $H_3 = 3.1 = 3$ - - | $H = 1.2 = 2$ - - |
| $O = 0$ - - | $O = 0$ - - |
| $O_2 = 2.1 = 2$ - - | $O_2 = 2.1 = 2$ - - |

Atomvol. d. Essigs. 29 R. E. Atomvol. d. Ameisens. 16 R. E.

| | |
|------------------------|----------------------------|
| $C_8 = 8.4 = 32$ R. E. | $C_{10} = 10.4 = 40$ R. E. |
| $H_7 = 7.2 = 14$ - - | $H_9 = 9.2 = 18$ - - |
| $O = 0$ - - | $O = 0$ - - |
| $O_2 = 2.1 = 2$ - - | $O_2 = 2.1 = 2$ - - |

Atomvol. d. Butters. 48 R. E. Atomvol. d. Baldrians. 60 R. E.

Eine wichtige Bestätigung dieser angenommenen Volumenverhältnisse geben die Siedpunkte dieser Verbindungen. Um das Verhältniß festzustellen, welches die einzelnen Bestandtheile auf den Siedpunkt dieser Verbindungen haben, habe ich folgende Berechnungen angestellt:

| | |
|-----------------------------------|---------|
| Siedpunkt des Acetons $C_3H_3O =$ | 55°,6 |
| - Aethers $C_4H_5O =$ | 35°,6 |
| Differenz für $-C H_2 =$ | -20°,0. |

Siedpunkt. d. Weingeists C_4H_5O , $HO=78^{\circ},4$

- Holzgeists C_2H_3O , $HO=60^{\circ}$

Differenz für $+C_2H_2 = +18^{\circ},4 = CH=9^{\circ},2$.

Nun siedet das Aceton bei $55^{\circ},6$, und Aceton $=3 \cdot CH + O$.

Siedpunkt von $3 \cdot CH=27^{\circ},6$ u. $55,6-27,6=+28^{\circ}$ für O.

1 Atom Sauerstoff, wenn dessen Volumen vollkommen verschwindet, erhöht also den Siedpunkt um 28° .

Die Erniedrigung, welche dem Atom Wasserstoff zukommt, ergibt sich aus folgender Berechnung:

Aether $=4 \cdot CH + O + H$.

Siedpunkt von $4 \cdot CH = 36^{\circ},8$

- O = 28

+ 64⁰,8

- d. Aethers = 35 ,6

Erniedrigung für H $= -29^{\circ},2$.

Die Erhöhung, welche dem Kohlenstoffatome entspricht, berechnet sich auf folgende Weise:

Siedpunkt d. Aethers $= + \left\{ \begin{array}{l} O \\ C_4 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} H_5 \\ \end{array} \right\} 35^{\circ},6$ Siedpunkt d. Aethers.

Nun ist:

Erniedrigung für $H_5 = 5 \cdot 29,2 = 146^{\circ}$

Siedpunkt des Aethers = 35 ,6

Summe der Erniedrigung = 181⁰,6

Erhöhung für O = 28⁰

- C₄ = 153 ,6

Summe der Erhöhung = 181⁰,6,

folglich Erhöhung für C $= \frac{153,6}{4} = 38^{\circ},4$.

Ferner ist:

Der Siedpunkt des Weingeists C_4H_5O , $HO=78^{\circ},4$

- Aethers $C_4H_5O = 35 ,6$

Differenz für $HO = +42^{\circ},8$

Siedpunkt d. Hydrats d. Essigsäure $C_4H_3O_3$, $HO=120^\circ$,
davon abgezogen d. Erhöhung von $HO=42,8$

gibt für den Siedpunkt für $C_4H_3O_3 = 77^\circ,2$

Nun ist:

$$+ \left\{ \begin{array}{l} C_4 = 4.38,4 = 153,6 \\ O = 28 \end{array} \right\} = +181^\circ,6$$

$$- \left\{ \begin{array}{l} H_3 = 3.29,2 = 87,6 \\ O_2 = 2.8,4 = 16,8 \end{array} \right\} = -104^\circ,4$$

$$= \text{Siedpkt. für } C_4H_3O_3 = 77^\circ,2.$$

Demnach erniedrigt 1 At. Sauerstoff, wenn dessen Volumen nicht vollkommen verschwunden, sondern auf 1 R. E. condensirt ist, den Siedpunkt um $8^\circ,4$. Wir haben daher:

Erhöhung für:

1 At. Kohlenstoff $= 38^\circ,4$

1 - Sauerstoff $= 28,0$ bei vollkommener Verdichtung

1 - HO $= 42,8$.

Erniedrigung für:

1 At. Wasserstoff $= 29^\circ,2$

1 - Sauerstoff $= 8,4$ auf 1 R. E. condensirt.

Demnach ist die

Erhöhung für CH $= 38,4 - 29,2 = +9^\circ,2$

Erniedrig. - $CH_2 = 38,4 - 2.29,2 = -20,0$

- $CO_2 = 38,4 - 2.8,4 = +21,4$ O = 1 R. E.

Erhöhung v. $CO_2 = 38,4 + 56 = +94,4$ O = 0 - -

u. s. w.

Mit diesen Zahlen berechnen sich die Siedpunkte der Alkohole, ihrer entsprechenden Aetherarten, so wie der aus ihnen hervorgehenden Säuren mit der Erfahrung vollkommen übereinstimmend, z. B.

$$\begin{aligned} \text{Aether } C_4H_5O &= 3.CH + O - CH_2 = 27,6 + 28 - 20 = +35^\circ,6 \\ &= 1.CH + O - H = 36,8 + 28 - 29,2 = +35,6 \\ &= 1.C + O - 5H = 153,6 + 28 - 146,0 = +35,6 \end{aligned}$$

u. s. w.

| | |
|-------------------------------|---|
| <i>Aceton</i> | $C_3H_3O = 3 \cdot CH + O = (27,6 + 28)$ $= +55^0,6.$ |
| <i>Methyloxyd</i> | $C_2H_3O = 2 \cdot CH + O - H = (18,4 + 28)$ $- 29,2 = +17^0,2.$ |
| <i>Butteralkoholäther</i> (?) | $C_8H_9O = 4 \cdot CH + O - H = (73,6 + 28)$ $- 29,2 = 72^0,4.$ |
| <i>Amyloxyd</i> | $C_{10}H_{11}O = 10 \cdot CH + O - H$ $= (92 + 28) - 29,2 = 90^0,8.$ |
| <i>Essigsäure</i> | $C_4H_3O_3 = 3 \cdot CH + O + C - O_2$ $= (27,6 + 28 + 38,4) - 16,8 = 77^0,2.$ |
| <i>Ameisensäure</i> | $C_2HO_3 = CH + C + O - O_2 =$ $(9,2 + 38,4 + 28) - 29,2 = 56^0,8.$ |
| <i>Buttersäure</i> | $C_8H_7O_3 = 7 \cdot CH + C + O - O_2$ $= (64,4 + 38,4 + 28) - 29,2 = 114^0,0.$ |
| <i>Baldriansäure</i> | $C_{10}H_5O_3 = 9 \cdot CH + C + O - O_2$ $= (92,0 + 38,4 + 28) - 29,2 = 132^0,0.$ |
| <i>Weingeist</i> | Beobachtet. |
| C_4H_5O , HO= | $35,6 + 42,8 = 78^0,4 \dots 78^0,4.$ |
| <i>Holzgeist</i> | |
| C_2H_3O , HO= | $17,2 + 42,8 = 60^0,0 \dots 60^0,0.$ |
| <i>Fuselöl</i> | |
| $C_{10}H_{11}O$, HO= | $90,8 + 42,8 = 133^0,6 \dots 134^0,0.$ |
| <i>Essigsäurehydrat</i> | |
| $C_4H_3O_3$, HO= | $77,2 + 42,8 = 120^0,0 \dots 120^0,0.$ |
| <i>Ameisensäurehydrat</i> | |
| C_2HO_3 , HO= | $56,8 + 42,8 = 99^0,6 \dots 99^0,6.$ |
| <i>Buttersäurehydrat</i> | |
| $C_8H_7O_3$, HO= | $114,0 + 42,8 = 156^0,8 \dots 162^0,0.$ |
| <i>Baldriansäurehydrat</i> | |
| $C_{10}H_5O_3$, HO= | $132,0 + 42,8 = 174^0,8 \dots 175^0,0.$ |

Diese Zahlenverhältnisse gelten jedoch nur für die Alkohole und die mit denselben in Zusammenhang stehenden Verbindungen, überhaupt für die Stoffe, in welchen der Kohlenstoff oder der Wasserstoff um 1 Atom überwiegt, folglich auch für die fetten Säuren. Für die Verbindungen, in welchen der Kohlenstoff sehr überwie-

gend ist, wie in der Benzonsäure, im Benzin etc., gelten andere Verhältnisse, auf die ich in einer späteren Abhandlung zurückkommen werde. Aus den mitgetheilten Berechnungen geht jedoch zur Genüge hervor, was von den Schröder'schen Componenten der organischen Verbindungen zu halten ist, und dafs ich dieselben wohl mit vollem Rechte für reine Erdichtungen Schröder's in der Vorrede zu meiner organischen Chemie erklären konnte. Es geben die mitgetheilten Berechnungen noch zu einigen interessanten Vergleichen Veranlassung, auf die ich aufmerksam machen will, weil sie zur Bestätigung meiner Ansichten über die Atomvolumenzusammensetzung der genannten Verbindungen beitragen.

Der Siedpunkt des Acetons ist bei $55^{\circ},6$, und der der wasserfreien Essigsäure berechnet sich zu $77^{\circ},2$. Bei der Bildung des Acetons aus der wasserfreien Essigsäure treten aus: *a)* 1 At. Kohlenstoff und *b)* die 2 At. Sauerstoff, von denen jedes zu 1 R. E. in demselben enthalten ist.

Der vollkommen verschwundene Sauerstoff bleibt auch im Aceton. Das Aceton mufs daher einen um $38,4 - 16,8 = 21^{\circ},6$ niedrigeren Siedpunkt, als die wasserfreie Essigsäure haben. Nun ist:

$$77,2 - 21,6 = 55^{\circ},6 \text{ Siedpunkt des Acetons.}$$

Es lassen sich demnach die Siedpunkte für Formicon, falls es existirt, Butyron und Valeron berechnen.

$$\text{Siedpunkt des Formicons (?) } 56,8 - 21,6 = 35^{\circ},2.$$

$$\text{ - - Butyrans } 114,6 - 21,6 = 92^{\circ},4.$$

$$\text{ - - Valerons } 132,4 - 21,6 = 110^{\circ},8.$$

Der Siedpunkt vieler organischen Säuren liegt auffallend hoch. So siedet z. B. die Bernsteinsäure bei 232° , und dennoch unterscheidet sie sich von der Essigsäure nur durch 1 At. Wasserstoff weniger. Die Ursache liegt in der vollkommenen Verdichtung der Sauerstoffatome. Nach den angegebenen Zahlenverhältnissen

berechnet sich der Siedpunkt der Bernsteinsäure zu $221^{\circ},2$ nämlich:

$$\begin{array}{rcl}
 & \left\{ \begin{array}{l} \text{C}^1 = 4.38,4 = 152^{\circ},8 \\ \text{O}_3 = 3.28,0 = 84^{\circ},0 \\ \text{HO} = \quad = 42^{\circ},8 \end{array} \right. & \\
 + & & \\
 - \text{H}_2 = 2.29,2 & & 279^{\circ},6 \\
 & & \underline{58^{\circ},4} \\
 & & 221^{\circ},2.
 \end{array}$$

Die Nichtflüchtigkeit der Säuren, welche 4 und 5 At. Sauerstoff, vollkommen verdichtet, enthalten, erklärt sich daher sehr einfach; ihre Flüchtigkeit liegt jenseits der Temperatur, bei welcher die größeren Affinitäten der einzelnen Bestandtheile die Zersetzung bedingen.

Wird der Raum, um den die einzelnen Atome grösser sind, als ihren Atomgewichten entspricht, von der Wärme bedingt, welche die Atome umgiebt, und wird angenommen, daß die Gewichtseinheiten ganz unveränderlich sind, so muß der absolute Nullpunkt bei der Temperatur liegen, bei welcher Raumeinheiten und Gewichtseinheiten zusammenfallen, welcher sich nach den angegebenen Contractionen des Weingeistes auf circa 400° unter 0° berechnet. Ich werde jedoch in einer späteren Abhandlung auf die Siedpunkte der organischen Verbindungen zurückkommen, und fahre im gegenwärtigen fort, Belege für meine Theorie der Atomvolumen zu geben.

Chlorverbindungen.

Chloräthyl. $\text{C}_4\text{H}_5\text{Cl}$. Atomvolumen 6° unter dem Siedpunkte nach Thénard:

$$\frac{805}{0,874} = 921 \text{ u. } \frac{921}{22,76} = 40 \text{ R. E.}$$

$40 - 29 = 11$ R. E. für das Atomvolumen von 1 Atom Chlor.

Verbindungen, welche aus dem Chloräthyl durch

Einwirkung des Chlors nach den Untersuchungen von Regnault gebildet werden:

I. Verbindung. $C_4H_4Cl_2$. Atomvolumen 47° unter dem Siedpunkte:

$$\frac{1240}{1,174} = 1056 \text{ und } \frac{1056}{21,46} = 49 \text{ R. E.}$$

$$C_4 = 4 \cdot 6 = 24 \text{ R. E.}$$

$$H_4 = 4 \cdot 1 = 4 \quad - \quad - \quad 1 \text{ Atomvol. v. Chlor} = 10,5 \text{ R. E.}$$

$$Cl_2 = 2 \cdot 10,5 = 21 \quad - \quad -$$

$$\hline 49 \text{ R. E.}$$

II. Verbindung. $C_4H_3Cl_3$. Atomvolumen 59° unter dem Siedpunkte:

$$\frac{1605}{1,372} = 2117 \text{ und } \frac{2117}{21,24} = 57,3 \text{ R. E.}$$

$$C_4 = 4 \cdot 6 = 24 \text{ R. E.}$$

$$H_3 = 3 \cdot 1 = 3 \quad - \quad - \quad 1 \text{ Atomvol. Chlor} = 10,1 \text{ R. E.}$$

$$Cl_3 = 3 \cdot 10,1 = 30,3 \quad - \quad -$$

$$\hline 57,3 \text{ R. E.}$$

III. Verbindung. $C_4H_2Cl_4$. Atomvolumen 85° unter dem Siedpunkte:

$$\frac{2095,4}{1,53} = 1370 \text{ und } \frac{1370}{20,58} = 67 \text{ R. E.}$$

$$C_4 = 4 \cdot 6 = 24 \text{ R. E.}$$

$$H_2 = 2 \cdot 1 = 2 \quad - \quad - \quad \text{Atomvol. v. Chlor} = 10,25 \text{ R. E.}$$

$$Cl_4 = 4 \cdot 10,25 = 41 \quad - \quad -$$

$$\hline 67 \text{ R. E.}$$

IV. Verbindung. C_4HCl_5 . Atomvolumen 131° unter dem Siedpunkte:

$$\frac{2525}{1,604} = 1575 \text{ und } \frac{1575}{19,7} = 80 \text{ R. E.}$$

$$C_4 = 4 \cdot 6 = 24 \text{ R. E.}$$

$$H = 1 \quad - \quad - \quad \text{Atomvol. von Chlor} = 11 \text{ R. E.}$$

$$Cl_5 = 5 \cdot 11 = 55 \quad - \quad -$$

$$\hline 80 \text{ R. E.}$$

Verbindung, welche durch Zersetzung des *Aethers* mittelst Chlor nach Malaguti gebildet wird. $C_4H_3OChl_2$. Atomvolumen 130° (?) unter dem Siedpunkte:

$$\frac{1320}{1,500} = 884 \text{ und } \frac{884}{19,70} = 45 \text{ R. E.}$$

$$C_4 = 4.6 = 24 \text{ R. E.}$$

$$H_3 = 3.1 = 3 \text{ - -}$$

$$O = 0 \text{ - - Atomvolumen von Chlor} = 9 \text{ R. E.}$$

$$Chl_2 = 2.9 = 18 \text{ - -}$$

$$45 \text{ R. E.}$$

Verbindungen, welche durch Zersetzung des *Chlor-methyls* nach Regnault entstehen:

I. Verbindung. $C_2H_2Chl_2$. Atomvolumen 12° unter dem Siedpunkte:

$$\frac{1060.2}{1,344} = 788 \text{ und } \frac{788}{22,5} = 35 \text{ R. E.}$$

$$C_2 = 2.6 = 12 \text{ R. E.}$$

$$H_2 = 2.2 = 4 \text{ - - Atomvol. von Chlor} = 9,5 \text{ R. E.}$$

$$Chl_2 = 2.9,5 = 19 \text{ - -}$$

$$35 \text{ R. E.}$$

II. Verbindung. C_2Chl_4 . Atomvolumen 60° unter dem Siedpunkte:

$$\frac{1920}{1,599} = 1200 \text{ und } \frac{1200}{21,24} = 56 \text{ R. E.}$$

$$C_2 = 2.6 = 12 \text{ R. E.}$$

$$Chl_4 = 4.11 = 44 \text{ - - Atomvol. des Chlors} = 11 \text{ R. E.}$$

$$56 \text{ R. E.}$$

Verbindungen, welche durch Zersetzung des Methyl-oxys durch Chlor entstehen, nach Regnault:

I. Verbindung. C_2H_2OChl . Atomvolumen 90° unter dem Siedpunkte:

$$\frac{720}{1,315} = 547 \text{ und } \frac{547}{20,8} = 26 \text{ R. E.}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{C}_2 & = 2.6 = 12 \text{ R. E.} \\
 \text{H}_2 & = 2.2 = 4 \text{ - -} \\
 \text{O} & = 0 \text{ - -} & \text{Atomvolumen v. Chlor} = 10 \text{ R. E.} \\
 \text{Chl} & = 10 \text{ - -} \\
 & \hline
 & 26 \text{ R. E.}
 \end{array}$$

II. Verbindung. C_2HOChl_2 . Atomvolumen 110° unter dem Siedpunkte:

$$\frac{1148}{1,006} = 712 \text{ und } \frac{712}{20,2} = 30,6 \text{ R. E.}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{C}_2 & = 2.6 = 12 \text{ R. E.} \\
 \text{H} & = 1.2 = 2 \text{ - -} \\
 \text{O} & = 0 \text{ - -} & \text{Atomvol. von Chlor} = 8,3 \text{ R. E.} \\
 \text{Chl}_2 & = 2.8,3 = 16,6 \text{ - -} \\
 & \hline
 & 30,6 \text{ R. E.}
 \end{array}$$

Chloral. C_4Chl_3 , HO . Atomvolumen 76° unter dem Siedpunkte nach Liebig:

$$\frac{1840}{1,502} = 1225 \text{ und } \frac{1225}{20,0} = 60 \text{ R. E.}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{C}_4 & = 4.6 = 24 \text{ R. E.} \\
 \text{Chl}_3 & = 3.10,3 = 31 \text{ - -} & \text{Atomvol. von Chlor} = 10,3 \text{ R. E.} \\
 \text{HO} & = 5 \text{ - -} \\
 & \hline
 & 60 \text{ R. E.}
 \end{array}$$

Chloressigsäure. $\text{C}_4\text{Chl}_3\text{O}_3$, HO . Atomvolumen 150° unter dem Siedpunkte nach Dumas:

$$\frac{2040}{1,617} = 1261 \text{ und } \frac{1261}{19,26} = 65 \text{ R. E.}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{C}_4 & = 4.6 = 24 \text{ R. E.} \\
 \text{Chl}_3 & = 3.11,3 = 34 \text{ - -} \\
 \text{O} & = 0 \text{ - -} & \text{Atomvol. v. Chlor} = 11,3 \text{ R. E.} \\
 \text{O}_2 & = 2.1 = 2 \text{ - -} \\
 \text{HO} & = 5 \text{ - -} \\
 & \hline
 & 65 \text{ R. E.}
 \end{array}$$

Erstes Chlorformyl. C_2HChl . Atomvolumen 20° unter dem Siedpunkte nach Regnault:

$$\frac{605}{1,25} = 483 \text{ und } \frac{483}{22,36} = 22 \text{ R. E.}$$

$$\text{C}_2 = 2 \cdot 6 = 12 \text{ R. E.}$$

$$\text{H} = 1 \cdot 2 = 2 \text{ - - Atomvolumen v. Chlor} = 8 \text{ R. E.}$$

$$\text{Chl} = 8 \text{ - -}$$

$$22 \text{ R. E.}$$

Zweifach Chlorformyl. $\text{C}_2 \text{H Chl}_2$. Atomvolumen
 120° (?) unter dem Siedpunkt nach Regnault:

$$\frac{1047}{1,576} = 664 \text{ und } \frac{664}{19,9} = 33,3 \text{ R. E.}$$

$$\text{C}_2 = 2 \cdot 6 = 12 \text{ R. E.}$$

$$\text{H} = 1 \cdot 2 = 2 \text{ - - Atomvol. v. Chlor} = 9,65 \text{ R. E.}$$

$$\text{Chl}_2 = 2 \cdot 9,65 = 19,3 \text{ - -}$$

$$33,3 \text{ R. E.}$$

Dreifach Chlorformyl. $\text{C}_2 \text{H Chl}_3$. Atomvolumen
 40° unter dem Siedpunkte nach Liebig:

$$\frac{1490}{1,48} = 1007 \text{ und } \frac{1007}{21,8} = 46 \text{ R. E.}$$

$$\text{C}_2 = 2 \cdot 6 = 12 \text{ R. E.}$$

$$\text{H} = 2 \cdot 1 = 2 \text{ - - Atomvol. v. Chlor} = 10,6 \text{ R. E.}$$

$$\text{Chl}_3 = 3 \cdot 10,6 = 32 \text{ - -}$$

$$46 \text{ R. E.}$$

Nimmt man das Mittel von dem am besten mit ein-
 ander übereinstimmenden Werthe für das Atomvolumen
 des Chlors,

$$\frac{11,0+10,5+10,1+10,25+11,0+10,0+11,0+10,3+11,3+9,65+10,6}{11},$$

so erhält man: 10,5. 36 Gewichtseinheiten sind also
 gleich 10,5 Raumeinheiten.

$$\frac{36}{10,5} = 3,45.$$

Ich glaube daher annehmen zu können, daß 36 G. E.
 sich um das $3\frac{1}{2}$ fache verdichtet haben. Es geht hieraus
 hervor, daß bei der sogenannten Vertretung des Was-
 serstoffs durch Chlor für jedes Atom Wasserstoff eine
 Raumvermehrung um $9\frac{1}{2}$ und $8\frac{1}{2}$ R. E. stattfinden muß.

Jodäthyl. $C_4H_5Jd.$ Atomvolumen 42° unter dem Siedpunkte nach Gay-Lussac:

$$\frac{1947}{1,920} = 1013 \text{ und } \frac{1013}{21,8} = 46,46 \text{ R. E.}$$

$46,46 - 29 = 17,46$ R. E. für das Atomvolumen von Jod und

$$\frac{126,49}{17,46} = 7,10,$$

also eine noch einmal so grofse Verdichtung wie beim Chlor.

Bromäthyl. $C_4H_5Br.$ Atomvolumen 20° (?) unter dem Siedpunkt nach Regnault:

$$\frac{1340}{1,432} = 950 \text{ und } \frac{950}{22,35} = 42,8 \text{ R. E.}$$

$42,8 - 29 = 13,8$ R. E. für das Atomvolumen von Brom.

Nun ist das Atomvolumen von Chlor $= 10,50$ R. E.

- - - - - Jod $= 17,46$ - -
 $27,96$ R. E.

und $\frac{27,96}{2} = 13,98$ R. E. gleich dem Atomvolumen des Broms.

Schwefelverbindungen.

Schwefeläthyl. $C_4H_5S.$ Atomvolumen 53° unter dem Siedpunkte nach Regnault:

$$\frac{563,5}{0,825} = 682 \text{ und } \frac{682}{21,68} = 31 \text{ R. E.}$$

$31 - 29 = 2$ R. E. für das Atomvolumen Schwefel.

Zweifach Schwefeläthyl. $C_4H_5S_2.$ Atomvolumen 130° (?) unter dem Siedpunkte nach Morin:

$$\frac{764,5}{1,0} = 764,5 \text{ und } \frac{764,5}{19,79} = 39 \text{ R. E.}$$

$39 - 29 = 10$ R. E. für 2 At. Schwefel oder:

1 Atomvol. einf. Schwefeläthyl = 31 R.E. = 2 R.E. = $\frac{7}{8}$ Cdsat.
 + 1 - - Schwefel = 8 R.E. = $\frac{1}{2}$ Condensation
 = 1 - - zweif. Schwefeläth. = 39 R.E.

Mercaptan. C_4H_5S SH. Atomvolume, 15° unter dem Siedpunkte. Liebig:

$$\frac{770}{0,835} = 930 \text{ und } \frac{930}{22,41} = 41 \text{ R.E.}$$

41 — 31 = 10 R.E. für SH.

Nun ist:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ Atomvolumen S} & = & 8 \text{ R.E.} \\ + 1 & - & \text{H} = 2 - - \\ = 1 & - & \text{SH} = 10 \text{ R.E.} \end{array}$$

oder:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ Atomvolumen zweifach Schwefeläthyl} & = & 39 \text{ R.E.} \\ + 1 & - & \text{Wasserstoff} = 2 - - \\ = 1 & - & \text{Mercaptan} = 41 \text{ R.E.} \end{array}$$

Schwefelmethyl. C_2H_3S . Atomvolume, 20° unter dem Siedpunkte, nach Regnault:

$$\frac{388,5}{0,845} = 458 \text{ und } \frac{458}{22,35} = 20,4 \text{ R.E.}$$

20 — 18 = 2 R.E. für 1 Atomvolumen Schwefel.

Amylmercaptan. $C_{10}H_{11}S$, SH. Atomvolume, 96° unter dem Siedpunkte, nach Rentsch:

$$\frac{1302}{0,835} = 1560 \text{ und } \frac{1560}{20,7} = 75 \text{ R.E.}$$

75 — 62 = 13 R.E. für S, SH_2 . ($S = 2 + SH_2 = 10$)
 = 12 R.E.

Stickstoffverbindungen.

Blausäure. NC_2H . Atomvolume, 19° unter dem Siedpunkte, nach Gay-Lussac:

$$\frac{338}{0,706} = 473 \text{ und } \frac{473}{22,35} = 21 \text{ R.E.}$$

$$N = 7 \text{ R.E.} = \frac{1}{4} \text{ Condensation}$$

$$C_2 = 2.6 = 12 \quad - \quad -$$

$$H = 1.2 = 2 \quad - \quad -$$

$$21 \text{ R.E.}$$

Cyanäthyl. AcCy. Atomvolumen, 67° unter dem Siedpunkte, nach Pelouze:

$$\frac{688}{0,787} = 872 \text{ und } \frac{872}{21,19} = 41,2 \text{ R.E.}$$

$41,2 - 29 = 12,2 \text{ R.E.}$ für Cyan. Nun ist:

$$N = 7 \text{ R.E.}$$

$$C = 2.6 = 12 \quad - \quad -$$

$$19 \text{ und } \frac{19}{\frac{2}{3}} = 12,6 \text{ R.E.}$$

Im Cyanäthyl ist demnach das Cyan auf $\frac{2}{3}$ seines Raumes in der Blausäure condensirt.

Anilin oder *Benzidin.* $\text{NC}_{12}\text{H}_7.$ Atomvolumen, 210° (?) unter dem Siedpunkte:

$$\frac{1163,5}{1,024} = 1136 \text{ und } \frac{1136}{19,94} = 62 \text{ R.E.}$$

$$N = 7 \text{ R.E.} \quad \frac{1}{2} \text{ Condensation}$$

$$C_{12} = 12.4 = 48 \quad - \quad -$$

$$H_7 = 7.1 = 7 \quad - \quad -$$

$$62 \text{ R.E.}$$

Leukol. $\text{NC}_{18}\text{H}_8.$ Atomvolumen, 229° unter dem Siedpunkte, nach Hoffmann:

$$\frac{1626}{1,084} = 1500 \text{ und } \frac{1500}{17,3} = 87 \text{ R.E.}$$

$$N = 7 \text{ R.E.}$$

$$C_{18} = 18.4 = 72 \quad - \quad -$$

$$H_8 = 8.1 = 8 \quad - \quad -$$

$$87 \text{ R.E.}$$

Benzonitril. $\text{NC}_{14}\text{H}_5.$ Atomvolumen, 170° unter dem Siedpunkte, nach Fehling:

$$\frac{1288}{1,007} = 1280 \text{ und } \frac{1280}{18,82} = 68 \text{ R.E.}$$

$$\text{N} = \quad \quad 7 \text{ R.E.}$$

$$\text{C}_{14} = 14.4 = 56 \quad - \quad -$$

$$\text{H}_5 = 5.1 = 5 \quad - \quad -$$

$$68 \text{ R.E.}$$

Senfö. $\text{NC}_8\text{H}_5\text{S}_2$. Atomvolumen, 128° (?) unter dem Siedpunkte, nach Dumas:

$$\frac{1278}{1,015} = 1259 \text{ und } \frac{1259}{19,8} = 64 \text{ R.E.}$$

$$\text{N} = \quad \quad 7 \text{ R.E.}$$

$$\text{C}_8 = 8.4 = 32 \quad - \quad -$$

$$\text{H}_5 = 5.2 = 10 \quad - \quad -$$

$$\text{S}_2 = 2.8 = 16 \quad - \quad -$$

$$65 \text{ R.E.}$$

Schwefelkohlenstoff. CS_2 . Atomvolumen, 20° (?) unter dem Siedpunkte:

$$\frac{477}{1,272} = 374 \text{ und } \frac{374}{22,4} = 16,6 \text{ R.E.}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{C} = 6 \text{ R.E.} \\ \text{S} = 2 \quad - \quad - \\ \text{S} = 8 \quad - \quad - \\ \hline 16 \text{ R.E.} \end{array} \right\} (?)$$

In der folgenden Abhandlung werde ich die Gründe entwickeln, die mich zur Aufstellung der Gesetze über die Atomenverhältnisse der organischen Verbindungen in meiner organischen Chemie veranlaßt haben.

Zürich, den 1. Januar 1845.

III. Ueber die *Wirkung liqueficirter Gase.*

Die HH. Donny und Mareska in Brüssel melden Hrn. Dumas als Resultat ihrer mit den seinigen (S. 471) übereinstimmenden Versuche, daß die Wirkung des flüssigen Chlors auf Phosphor und Arsenik durch Kälte nichts an ihrer Intensität verliere, daß dasselbe auch von der Wirkung des flüssigen und erkalteten Chlors auf Ammoniakgas gelte, und sich eben so Schwefel, Jod und Brom noch bei -90° C. mit dem Chlor verbinden.

Dagegen sey die Beobachtung von Schrötter in Bezug auf das Antimon und andere Körper richtig. Wenn man gepulvertes Antimon in Chlor von -80° und selbst -90° C. schütte, finde zwar eine starke Licht- und Wärme-Entwicklung statt, allein die Wirkung sey Null, wenn man das Antimon zuvor erkaltet habe, oder in einer mit fester Kohlensäure umgebenen Röhre mit trockenem Chlorgas zusammenbringe. Beim Phosphor und Arsen finde unter diesen Umständen noch eine, freilich bedeutend geschwächte Reaction statt. — Kalium und Natrium behalten noch bei -80° C. ihren Glanz im Chlor. Einfaches Schwefelsäurehydrat, daß bei -34° C. krystallisirt, könne mit etwas Wasser vermischt werden, ohne daß es selbst bei größerer Kälte erstarrt. Es werde nur zähflüssig, und, was bemerkenswerth ist, röthe weder Lackmuspapier, noch wirke es auf reine und kohlensaure Alkalien. (*Compt. rend. T. XX p. 817.*)

IV. *Ueber einen merkwürdigen Zwillingsskrystall
des gediegenen Silbers von Kongsberg;
von Gustav Rose.*

Die Krystalle des regulären Krystallisationssystems, welche durch drei unter einander rechtwinkliche und gleiche Axen charakterisirt sind, haben in Folge dieser Eigenschaft auch die Eigenthümlichkeit, daß sie in der Regel nie nach *einer* Richtung unverhältnißmäfsig verlängert sind, und daher fast nie in prismatischer Form erscheinen. Dennoch findet dies nicht selten statt, wenn sie in Zwillingsskrystallen vorkommen, in welchem Fall sogar bei gewissen Mineralien eine gröfsere Ausdehnung nach *einer* Linie, die dann aber stets in der Zwillingsebene liegt, fast als Regel erscheint. Die Krystalle der regulären Metalle, wie die des Kupfers, Goldes, Silbers und Wismuths, geben Beispiele davon, und die Krystalle sind dann nach einer solchen Richtung nicht allein verlängert, sondern auch nach dieser oder einer andern in der Zwillingsebene liegenden Linie in paralleler Richtung aneinander gereiht, wodurch, wenn die Krystalle undeutlich werden, die »besonderen äufseren Gestalten« Werner's, das Zahn-, Draht- und Haarförmige, so wie das Blechförmige, entstehen, wie ich dies ausführlich bei der Beschreibung des gediegenen Kupfers von Bogoslawsk nachgewiesen habe ¹⁾. Bei dem Kupfer findet die Verlängerung und Aneinanderreihung nach einer und derselben Richtung, nämlich nach einer in der Zwillingsebene liegenden Diagonale des Hexaëders, oder was dasselbe sagen will, nach einer Kante des Octaëders statt; das Silber verhält sich aber hierin verschieden, in-

1) G. Rose, Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meere, Bd. I S. 401.

dem die Verlängerung wohl wie beim Kupfer nach einer Kante des Octaëders, die Aneinanderreihung aber in der Richtung einer Diagonale einer Octaëderfläche stattfindet. Ich übergehe hier die nähere Beschreibung der Aneinanderreihung der Krystalle, und will jetzt nur ihrer merkwürdigen Verlängerung erwähnen, wozu ein Silberkrystall von Kongsberg mir Veranlassung giebt, den Hr. Descloizeaux in Paris wegen seiner auffallenden Form mir zur Ansicht zuzuschicken, die Güte hatte.

Der Krystall ist ein Zwillingskrystall, der nach dem gewöhnlichen Gesetze in dem regulären System gebildet ist, indem die Zwillingssebene parallel einer Octaëderfläche geht. Die Form der Individuen des Zwillings ist eine Combination des Ikositetraëders ($3a : 3a : a$) mit dem Octaëder, und das fremdartige Ansehen desselben entsteht nur dadurch, daß der Zwillingskrystall parallel einer Octaëderkante verlängert ist, und die um die Endspitze liegenden Flächen fortgefallen sind, wodurch eine eigenthümliche sechsflächige Zuspitzung entsteht. Fig. 10 Taf. V zeigt diesen Krystall in gerader, Fig. 12 in schiefer Projection. Zu seinem Verständniß sind die übrigen Figuren gezeichnet.

Fig. 5 Taf. V stellt das Ikositetraëder in horizontaler Projection dar, die Projectionsebene senkrecht auf einer der drei unter einander rechtwinklichen oder Eckenaxen des Octaëders; die Octaëder-, Hexaëder- und mittleren Ecken sind mit den Buchstaben *A*, *O* und *E* bezeichnet. Die Neigung der Flächen beträgt bekanntlich in den Kanten,

| | |
|--|----------|
| welche die Ecken <i>A</i> und <i>E</i> verbinden | 144° 54' |
| - - - <i>O</i> - <i>E</i> - | 129 31. |

Der letztere Winkel wiederholt sich in der Neigung zweier, in der Ecke *A* gegenüberliegenden Flächen.

Fig. 6 Taf. V ist dasselbe in der rhomboëdrischen Stellung, die man durch Drehung von 54° 44' um eine

durch die mittleren Ecken E' des Ikositetraëders gelegte Axe erhält; die Projectionsebene also senkrecht auf einer der vier Eckenaxen des Hexaëders. Das Ikositetraëder erscheint nun als eine Combination zweier Rhomboëder $\frac{2}{3}r$ und $4r$, die gleicher Ordnung sind, und eines Hexagon-Dodecaëders t verschiedener Ordnung mit diesen ¹⁾). Die Rhomboëder sind auch gleicher Ordnung mit dem Hexaëder. Geht man von diesem als Grundform aus, und bezeichnet dasselbe mit $(a : a : \infty a : c)$, wobei $a : c = 1 : \sqrt{\frac{3}{2}}$, so ist das Zeichen

$$\text{für } \frac{2}{3}r = (\frac{5}{2}a : \frac{5}{2}a : \infty a : c)$$

$$- 4r = (\frac{1}{4}a : \frac{1}{4}a : \infty a : c)$$

$$- t = (\frac{3}{2}a : \frac{3}{4}a : \frac{3}{2}a : c)^2).$$

Die Neigungen der Flächen betragen:

$$\text{des Rhomboëders } \frac{2}{3}r \text{ zur Axe} \quad 60^\circ 30' \frac{1}{2}$$

$$- \quad - \quad - \quad 4r \quad - \quad - \quad 10 \quad 1 \frac{1}{3}$$

$$\text{des Hexagon-Dod. } t \text{ in den Endkanten} \quad 144 \quad 54$$

$$- \quad - \quad - \quad - \quad \text{Seitenkanten} \quad 117 \quad 2.$$

Fig. 7 Taf. V ist die horizontale Projection des vorigen Krystalls, nachdem derselbe mit der durch die Ecken E' gehenden Axe in der durch diese und die Hauptaxe gehenden Ebene um 90° gedreht ist, so daß daher nun die Hauptaxe $O'O$ in ihrer vollen Länge, die durch die Ecken E' gehende Axe aber als Punkt erscheint.

Fig. 8 Taf. V ist die horizontale Projection des Zwillingkrystalls dieses Ikositetraëders, an welchem noch die Octaëderflächen hinzugefügt sind; die Zwillingsebene

1) Daß die Flächen t ein Hexagon-Dodecaëder bilden, ist nur eine Eigenthümlichkeit des Ikositetraëders ($3a : 3a : a$) und eine Folge der Gleichheit jener beiden bei Fig. 5 Taf. V genannten Winkel. Die übrigen Ikositetraëder zerfallen in zwei Rhomboëder und ein Skalenöeder.

2) Diese Formeln ergeben sich sehr leicht aus dem ausführlichen Zeichen, welches Weifs für die Körper des regulären Krystallisationsystems aufgestellt hat. Vergl. Abhandl. der physik. Klasse der Königl. Acad. der Wissensch. zu Berlin a. d. J. 1818 und 1819, S. 275 und 284.

ist parallel der Projectionsebene, das obere Individuum in der Stellung wie Fig. 6 Taf. V. Die Rhomboëderflächen $4r$ des oberen Krystalls stoßen nun auf die Rhomboëderflächen $4r$ des unteren Krystalls, wodurch an der Zwillingssebene, die als reguläres Sechseck erscheint, drei ausspringende und drei einspringende Winkel von $159^\circ 57'$ entstehen, die mit einander abwechseln. Von den Flächen des Octaëders, das in der rhomboëdrischen Stellung als eine Combination des Rhomboëders

$$2r' = (\infty a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a : c)$$

d. i. des ersten spitzeren Rhomboëders des Hexaëders, mit der Basis c erscheint, ist diese letztere der Projectionsebene parallel.

Fig. 9 Taf. V ist die horizontale Projection dieses Zwillingskrystalls, nachdem er eben so gedreht ist, wie der einfache Krystall Fig. 6 in Fig. 7. Hierbei erhalten zwei von den Flächen $4r$, die an der Zwillingssebene einen ausspringenden Winkel bilden, zwei andere diesen parallele, die einen einspringenden Winkel bilden, ferner die Basis und zwei Flächen von den Rhomboëdern $2r'$ und $\frac{2}{3}r$ der beiden Individuen eine verticale Lage, und erscheinen als Linien; von den übrigen Paaren der Flächen $4r$ erscheinen zwei an dem oberen und zwei an dem unteren Ende, und stoßen hier mit einer Fläche t in der Endspitze zusammen; zu beiden Seiten des einspringenden Winkels der oberen Flächen $4r$ liegen noch zwei Flächen $2r'$.

Fig. 10 Taf. V ist nun der Zwillingskrystall Fig. 8 so verlängert, wie er in der Natur erscheint. Die in der Fig. 9 vertical stehenden Flächen dehnen sich hier zum Prisma aus, die in der Endspitze E' zusammenstoßenden Flächen fallen weg, und die darunter liegenden dehnen sich zur Zuspitzung aus. Dadurch entsteht ein achtseitiges Prisma, gebildet von den Flächen $2r'$, c , $\frac{2}{3}r$ und $4r$ des einen, und von denselben Flächen des andern Individuums, die sich unter Winkeln von $109^\circ 28'$

$150^{\circ} 30' \frac{1}{2}$ und $129^{\circ} 31'$ schneiden; die Zwillingssebene geht durch die zwei Seitenkanten, die von den Flächen $2r'$ beider Individuen auf der einen Seite, und von den Flächen $4r$ auf der andern Seite gebildet werden, und welche Winkel von $109^{\circ} 28'$ und $159^{\circ} 57'$ einschließen; so daß das achtseitige Prisma also viererlei Winkel hat. Die Zuspitzung ist sechsflächig, und wird bei jedem Individuum von zwei Flächen t , und einer Rhomboëderfläche $\frac{2}{3}r$ gebildet, die zwischen den Flächen t desselben Individuums liegt, so daß die Zwillingssebene durch die Kanten geht, die durch die Flächen t der beiden Individuen gebildet werden. Der Winkel der von der Zwillingssebene halbirten Kanten beträgt $117^{\circ} 2'$; es ist der Seitenkantenwinkel des Hexagon-Dodecaëders t ; der Winkel der von den Flächen t und $\frac{2}{3}r$ gebildeten Kanten, die schon in Fig. 8 Taf. V da sind, beträgt $144^{\circ} 54'$, von den Kanten, die Fig. 8 noch nicht da sind, auch $117^{\circ} 2'$, so daß die sechsflächige Zuspitzung nur zweierlei Kanten hat.

Eben so wie die sechsflächige Zuspitzung hat auch die sechsseitige Fläche, die parallel einer Dodecaëderfläche die Zuspitzung rechtwinklig gegen die Axe durchschneidet, nur zweierlei Winkel, nämlich vier Winkel von $109^{\circ} 28'$, worauf die Kanten von $117^{\circ} 2'$ stoßen, und 2 von $141^{\circ} 4'$, worauf die Kanten von $144^{\circ} 54'$ stoßen. In Fig. 9 Taf. V bezeichnen die punktirten Linien diese Fläche, die auch in Fig. 11 mit der horizontalen Projection der Zuspitzung noch besonders dargestellt ist.

Fig. 12 endlich stellt den Krystall von Fig. 10 in schiefer Projection dar, so daß die vordere und hintere Seite sich nicht decken. Noch ist zu bemerken, daß bei dem Silberkrystalle selbst sich unter den verticalen Flächen noch eine Hexaëderfläche findet, welche die Kante von $129^{\circ} 31'$ zwischen $\frac{2}{3}r$ und $4r$ schwach und gerade abstumpft, die ich aber in der Zeichnung fortgelassen habe.

V. Ueber die wahre Spirale der Ammoniten;
 von C. F. Naumann.

Als ich mich vor einigen Jahren mit einer Untersuchung der geometrischen Gesetze der Conchylien beschäftigte, gelangte ich zunächst auf das, vorher schon von Moseley aufgefundene Resultat, daß den Windungen der kegelförmig gestalteten, oder *nicht* in einer Ebene aufgewundenen Conchylien wesentlich die logarithmische Spirale zu Grunde liegt ¹); auch schien es mir damals sehr wahrscheinlich, daß die *Ammoniten* und überhaupt *alle* in *einer Ebene* gewundenen Conchylien *demselben* Gesetze unterworfen seyn. Ich wurde in dieser Vermuthung theils durch mehrere eigene Messungen, theils durch das Resultat bestärkt, welches Moseley für *Nautilus Pompilius* gefunden hatte; weshalb ich auch keinen Anstand nahm, bei den Ammoniten gleichfalls die logarithmische Spirale vorauszusetzen, und in einem zweiten Aufsatze auf einige Eigenschaften dieser Linie aufmerksam zu machen, welche mir für die genauere Bestimmung der Ammoniten von Wichtigkeit zu seyn schienen ²). Dabei glaubte ich es besonders hervorheben zu müssen, daß die Geometrie der Ammoniten am sichersten und leichtesten in centralen, rechtwinklich auf die Windungsebene gemachten Querschnitten studirt werden kann.

Einige, an ein Paar solchen Querschnitten damals ausgeführte Messungen schienen mir nun, wie gesagt, mit der Annahme der logarithmischen Spirale sehr wohl vereinbar zu seyn, sobald man die recht natürlich schei-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 50 S. 223 ff.

2) Ebendasselbst, Bd. 50 S. 246 ff.

nende Voraussetzung gestattet, daß die geometrische Gesetzmäßigkeit eines *organischen* Naturgebildes niemals ganz streng und consequent erfüllt seyn wird, vielmehr noch größeren Perturbationen unterliegen kann, als die Normalform eines Krystalls. Ganz abgesehen von den Beobachtungsfehlern und von denen, durch die kaum zu vermeidende Excentricität des Querschnitts veranlaßten Fehlern, glaubte ich daher in den aus meinen Messungen abgeleiteten Resultaten kleine *Schwankungen* erwarten zu können, ohne deshalb die Existenz der logarithmischen Spirale bezweifeln zu müssen. Ich legte damals der Prüfung meiner Ansicht die Verhältnisse der Windungsdurchmesser zu Grunde. Sind nämlich D , D' und D'' drei successive *singulodistante* Durchmesser ¹⁾, so müssen die drei Quotienten $\frac{D''}{D'}$, $\frac{D'}{D}$ und $\sqrt{\frac{D''}{D}}$ gleichen Werth haben, dafern die Windung wirklich der logarithmischen Spirale folgt.

Ich fand nun damals an einem Exemplare von *Ammonites Murchisonae*:

$$D=93, D'=196, D''=411,$$

woraus sich die Windungsquotienten

$$\frac{D''}{D'}=2,097, \frac{D'}{D}=2,108, \sqrt{\frac{D''}{D}}=2,102$$

ergaben, deren Werthe von einander so wenig abweichen, daß ich mich völlig berechtigt glaubte, die betreffende Spirale für eine logarithmische von dem Windungsquotienten $\frac{21}{10}$ zu halten.

Eben so fand ich an einem Exemplare von *Ammonites elegans*:

$$D=35, D'=84, D''=198,$$

woraus die Quotienten

$$\frac{D''}{D'}=2,357, \frac{D'}{D}=2,400, \sqrt{\frac{D''}{D}}=2,378$$

1) Ueber diese Bezeichnung siehe Poggend. Annal. Bd. 51 S. 250.

folgen, welche so nahe auf den mittleren Werth 2,375 zu verweisen schienen, dafs ich abermals eine logarithmische Spirale vom Windungsquotienten $\frac{19}{8}$ voraussetzen zu dürfen glaubte.

Endlich hatte ich an einem Exemplare, welches als *Ammonites Reineccii* in der Sammlung lag ¹⁾ drei successive *semissodistante* Durchmesser mit den Werthen

$$D=46, D_s=74,5, D'=119$$

gemessen, woraus sich die Quotienten

$$\frac{D}{D'}=2,587, \left(\frac{D'}{D_s}\right)^2=2,551, \left(\frac{D_s}{D}\right)^2=2,623$$

ergaben, welche um den Werth 2,6 schwanken, und eine logarithmische Spirale vom Quotienten $\frac{13}{5}$ anzuzeigen schienen.

Diese und einige andere Messungen an *nicht* durchschnittenen Exemplaren, verbunden mit Moseley's Resultat am *Nautilus Pompilius*, bestimmten mich damals, die logarithmische Spirale auch in denjenigen Conchylien vorauszusetzen, welche in einer Ebene gewunden sind, wie diefs mit *Nautilus* und *Ammonites* der Fall ist.

Wegen Mangel an disponiblen Material und an einem geeigneten Messungsapparate gab ich später die weitere Verfolgung aller dieser Untersuchungen auf. Vor einiger Zeit bekam ich jedoch für die hiesige Universitätssammlung mit einer Sendung von Petrefacten ein fast genau halb durchbrochenes Exemplar von *Ammonites communis*, dessen Bruchfläche ich mit wenig Mühe zu einem centralen Querschnitte abschleifen konnte. Ich versuchte nun die früher angestellten Messungen in ähnlicher Weise an diesem Exemplare, fand mich aber in

1) Es war diefs die geognostische Sammlung der Freiburger Bergacademie; ich hatte nur die genannten drei verbrochenen Exemplare selbst geschliffen. Der Maafstab war ein willkürlicher; die Messung geschah mit dem Zirkel.

meiner Erwartung getäuscht, dafs auch hier eine logarithmische Spirale wenigstens approximativ angezeigt seyn werde. Ich maafs nämlich, so genau als dies mit dem Zirkel geschehen kann, vier singulodistante Durchmesser, und erhielt für sie die Werthe:

$$D=30, D'=58, D''=113,5, D'''=193,5.$$

Dies gab die Windungsquotienten:

$$\frac{D'''}{D''}=1,80, \frac{D''}{D'}=1,91, \frac{D'}{D}=2,15,$$

also mit *so bedeutenden* Differenzen, wie sie weder durch Beobachtungsfehler, noch durch die Excentricität des Querschnitts, noch durch die, bei organischen Gebilden vorauszusetzenden Perturbationen gerechtfertigt werden konnten. Ich mußte mich also einstweilen zu der Annahme entschliessen, dafs *nicht alle* Ammoniten nach dem Gesetze der logarithmischen Spirale gewunden seyen, ja, es drängte sich sogar die Frage auf, ob diese Spirale für *irgend eine* Ammonitenspecies Giltigkeit habe, weil doch auch die übrigen Messungen nur eine approximative Bestätigung derselben gegeben hatten. Zur Beantwortung dieser Frage bedarf es vor Allem der genauen Durchmesser einzelner Species in verschiedenen Exemplaren, um zu erfahren, wie weit überhaupt *Schwankungen* innerhalb einer und derselben Species vorkommen, und um die Abweichungen von der früher vorausgesetzten Spirale durch Auffindung eines *anderen* Gesetzes mit der Natur in Einklang zu bringen. Durch sehr genaue Messungen wird sich hoffentlich die *wahre* Spirale der Ammoniten auffinden lassen; durch sie muß es sich ergeben, ob es ein und dasselbe *allgemeine* Gesetz sey, welches die verschiedenen Species beherrscht, oder ob vielleicht verschiedene Species verschiedenen Spiralen gehorchen.

Für mehr Species habe ich das frühere Ergebniss vollkommen bestätigt gefunden, dafs die singulodistanten *Windungsabstände* eine geometrische Progression bilden. Wenn nun aber dieses Gesetz vom *ersten Anfange* der Schalenbildung an stattfände, so würde freilich die frü-

here Annahme *nicht* mehr gelten können, dafs die singulodistanten Radien und Diameter *gleichfalls* eine geometrische Progression bilden. Setzt man nämlich, es sey für Bogen $v = 0$, der Windungsabstand $h = a$

$$\begin{array}{ccc} - & - & v = 2\pi, & - & - & h' = aq \\ - & - & v = 4\pi, & - & - & h'' = aq^2 \end{array}$$

u. s. w., also $q = \frac{h'}{h} = \frac{h''}{h'}$ u. s. w., so würden die, solchen

Windungsabständen entsprechenden Radien die successiven summatorischen Glieder dieser geometrischen Reihe bilden, woraus sich für die betreffende Spirale die Gleichung

$$r = \frac{a}{q-1} (q^{n+1} - 1)$$

ergiebt. Dann wird das Verhältnifs je zweier singulodistanter Diameter D und D' durch die Proportion

$$D' + \frac{2a}{q+1} : D + \frac{2a}{q+1} = q : 1$$

bestimmt, aus welcher folgt, dafs

$$a = \frac{1}{2} (D' - qD) \quad \text{und} \quad q = \frac{D'' - D'}{D' - D}$$

ist. Diese Resultate, welche mit denen an mehreren Species angestellten Messungen auf eine höchst überraschende Weise übereinstimmen, gelten jedoch nicht ohne Weiteres für *alle* Species, indem bei einigen die Reihe der Windungsabstände einem ganz eigenthümlichen Gesetze zu folgen, und nach *innen* ein *anderer* Werth von q stattzufinden scheint, als nach *aussen*.

Ich bin jetzt mit einer ausführlicheren Bearbeitung des Gegenstandes beschäftigt, und werde später die Resultate bekannt machen, welche nicht nur *viel interessanter* ausfallen, als unter Voraussetzung der logarithmischen Spirale, sondern auch den Beweis liefern, dafs in jeder Ammonitenschale das ihr zu Grunde liegende geometrische Gesetz *weit strenger* in Erfüllung gebracht worden ist, als man es bei organischen Gebilden erwarten sollte. Auch ist es wohl gar nicht zu bezweifeln, dafs *alle* Varietäten einer und derselben Species, wie ver-

schieden sie auch in den verschiedenen Stadien ihres Wachstums und durch sonstige Umstände gebildet seyn mögen, dennoch *dasselbe* geometrische Grundgesetz ihrer Windungen erkennen lassen werden, und dafs also die Resultate der mathematischen Forschung selbst für die *Fixirung der Species* eine grofse Bedeutung gewinnen dürften.

VI. *Vergleichung der Wasserstände an der preussischen Ostseeküste; von G. Hagen.*

Seit dem Jahre 1811 werden im Preussischen die Wasserstände der Ostsee, so wie auch die der schiffbaren und selbst mancher kleineren Flüsse regelmäfsig beobachtet und in Tabellen zusammengestellt. Das Verfahren, wie diese Messungen vorgenommen werden sollen, ist durch eine allgemeine, für den ganzen preussischen Staat gültige Instruction vom 13. Februar 1810 vorgeschrieben. Nach derselben sollen die Maafsstäbe oder sogenannte Pegel, an welchen die Ablesung erfolgt, an fest eingerammten Pfählen oder an anderen sicheren Stellen angebracht, und zur Verhütung irgend welcher möglichen Veränderungen durch zuverlässige Nivellements mit anderen unverrückbar festen Punkten, namentlich an grofsen massiven Gebäuden verbunden werden. Die Resultate dieser Nivellements werden der obersten Baubehörde mitgetheilt, und dasselbe geschieht auch, wenn im Laufe der Zeit eine Veränderung in der Höhenlage der Pegel eingetreten seyn sollte. Die Ablesungen des Wasserstandes erfolgen täglich in einer bestimmten Stunde.

Obwohl in den ersten Jahren an einzelnen Beobachtungsorten noch manche Unterbrechungen eintraten, so umfassen dennoch die Beobachtungen jetzt schon einen

so bedeutenden Zeitraum, daß es der Mühe werth scheint, sie zusammenzustellen und zu vergleichen, um etwanige Veränderungen des Wasserstandes aufzusuchen.

Ich beschränke mich hier auf die Untersuchung der an der Ostsee angestellten Beobachtungen. Diese werden in unseren Seehäfen durch die Lotsen ausgeführt, und in sofern dieselben schon für ihren gewöhnlichen Dienst den jedesmaligen Wasserstand kennen müssen, um darnach die zulässige Einsenkung der aus- und einsegelnden Schiffe zu beurtheilen, so kann man für alle Häfen, wo ein gehörig eingerichtetes Lotsenwesen besteht, und ein lebhafter Betrieb der Schifffahrt stattfindet, die Angaben als zuverlässig ansehen. Außerdem ergiebt sich eine gute Controle auch noch aus der Vergleichung der Beobachtungen, die in nicht großer Entfernung von einander angestellt sind.

Hiernach habe ich die im Memeler Hafen, in Pillau, in Neufahrwasser und in Swinemünde angestellten Beobachtungen zur Vergleichung gewählt, und außerdem habe ich auch in gleicher Weise die Beobachtungen von Königsberg und vom Elbinger Hafen behandelt. Die beiden letzten Orte liegen freilich nicht unmittelbar an der See, doch steht der Wasserstand daselbst mit dem der See in naher Beziehung, und ihre Berücksichtigung schien besonders in sofern sehr wichtig, als der große Einfluß, den der Wind auf die Höhe des Wasserspiegels ausübt, sich hier recht auffallend zu erkennen giebt. Ich muß aber bemerken, daß der Pregel von Königsberg abwärts nur ein sehr unbedeutendes Gefälle hat, daselbst auch niemals Eisstopfungen vorkommen, und die höheren Wasserstände in Königsberg nie durch Anschwellungen des Stromes in Folge starker Zuflüsse von oben her, sondern jedesmal durch den Rückstau aus dem Frischen Haffe veranlaßt werden. Mit dem Elbing-Flusse hat es genau dieselbe Bewandniß; es soll aber später untersucht werden, ob vielleicht die Nogat, die westlich vom

vom Elbing-Fluss in das Haff mündet, und welche oft den grössten Theil der Wassermasse der Weichsel abführt, zur Zeit ihrer Anschwellungen einen merklichen Einfluss auf den Wasserstand in der südwestlichen Ecke des Haffes, also auch in dem Elbinger Hafen, erkennen lässt.

Die Untersuchungen, die ich angestellt habe, beziehen sich theils auf die Beantwortung der Frage: ob der Wasserspiegel der See seit dem Beginn der Beobachtungen, unabhängig von den periodischen Schwankungen, sich gehoben oder gesenkt habe, und sodann auf diese periodischen Schwankungen selbst.

In Bezug auf den ersten Punkt habe ich für jeden der benannten Beobachtungsorte aus den sämtlichen täglichen Wasserständen, so weit sie vollständige Jahrgänge umfassen, die jährlichen mittleren Wasserstände berechnet, und für diese, nach der Methode der kleinsten Quadrate, die wahrscheinlichste jährliche Aenderung ermittelt. Außerdem habe ich aus den noch bleibenden Abweichungen den wahrscheinlichen Fehler in der Bestimmung der jährlichen Aenderung berechnet.

Die Resultate dieser Rechnung schienen eine gleichmäfsig vertheilte Senkung des Seespiegels oder Hebung der Küste zu beweisen: für Memel stellte sie sich auf $3\frac{1}{4}$ Fufs in hundert Jahren, für Pillau war sie noch nicht halb so grofs, für Königsberg noch geringer, für Neufahrwasser nur etwa gleich dem zehnten Theile von der in Memel, und für Swinemünde fast unmerklich. Ich hatte dieselbe Rechnung auch für Colberg ausgeführt, woselbst eine unbedeutende Hebung des Seespiegels, die der Gröfse des wahrscheinlichen Fehlers gleichkam, sich ergab; die nähere Vergleichung der einzelnen Beobachtungen flöfste indessen zu denselben so wenig Vertrauen

ein, daß ich Colberg aus allen späteren Untersuchungen auszuschließen mich veranlaßt sah.

So wichtig diese Resultate auch waren, so hing ihre Glaubwürdigkeit doch allein von der unveränderten Stellung der Scalen ab, an welchen die Ablesungen erfolgen. Für den Elbinger Hafen war dieses nicht nachzuweisen, ich hatte die dortigen Beobachtungen daher schon sogleich ausgeschlossen. Bei Pillau, Neufahrwasser und Swinemünde sind verschiedene Controlen durch Vergleichung mit den angenommenen Festpunkten ausgeführt, und dieselben haben immer eine hinreichend scharfe Einstellung des Maafsstabes ergeben. Auch für Königsberg begründet sich kein Verdacht. Mit dem Pegel im Memeler Hafen verhält es sich indessen nicht so; wenn es mir bis jetzt auch noch nicht gelungen ist, eine neue Vergleichung mit dem ursprünglichen Festpunkte zu veranlassen, so habe ich mich doch durch die Vergleichung mancher Umstände davon überzeugt, daß hier eine Veränderung eingetreten ist, und zwar in dem Sinne, daß das obige Resultat durch die Berichtigung sich sehr vermindern muß. Eine solche Berichtigung läßt sich indessen nicht einführen; denn wenn man auch ermittelt, wie hoch der Pegel im Laufe der Zeit gehoben worden sey, so bleibt es immer ungewiß, ob die Aenderung mit einem Male, oder nach und nach, und zu welchen Zeiten sie stattgefunden habe. Für die andern erwähnten Punkte sind die Aenderungen des Wasserspiegels so geringe, daß sie nur in Verbindung mit derjenigen für Memel die volle Bedeutung erhielten. Die vorliegende Frage wird sich daher erst nach einigen Decennien mit mehr Sicherheit beantworten lassen; nichts destoweniger will ich für diejenigen Beobachtungsorte, für welche sich kein Verdacht begründet, die gefundenen Resultate speciell anführen:

| | Dauer der Beobachtungen. | Jährliche Aenderung. | Wahrscheinliche Fehler. |
|---------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Pillau | 27 Jahre: 1816 bis 1842 | —0,0129 F. | 0,0030 F. |
| Königsberg | 24 - 1819 - 1842 | —0,0072 - | 0,0045 - |
| Neufahrwasser | 29 - 1815 - 1843 | —0,0033 - | 0,0035 - |
| Swinemünde | 31 - 1811 - 1821 und 1824 - 1843 | —0,0011 - | 0,0016 - |

Was die periodischen Schwankungen des Seespiegels betrifft, so treten im Laufe des Jahres regelmäßige gewisse Hebungen und Senkungen ein, die sich an der ganzen preussischen Küste zu erkennen geben. Die folgenden Tabellen stellen dieselben dar. Die erste Spalte bezeichnet den mittleren Wasserstand jedes einzelnen Monats, verglichen mit dem allgemeinen mittleren Stande für den Beobachtungsort. Die folgenden Spalten geben dagegen die Anzahl der Tage an, während welcher, innerhalb der ganzen Beobachtungszeit, der Wasserstand eine gewisse Gränze erreichte oder überschritt. So bezeichnet z. B. die zweite Spalte, welche +2' überschrieben ist, an wie vielen Tagen der Wasserstand die Höhe von zwei Fufs über dem mittleren Stande erreichte, oder noch höher war. In gleicher Weise ist in den letzten Spalten die Anzahl der Tage angegeben, an welchen das Wasser $1\frac{1}{2}$, 2 Fufs u. s. w. unter den mittleren Stand, oder noch tiefer herabsank. Die Zahlen in der letzten horizontalen Reihe bezeichnen, wie oft durchschnittlich in jedem Jahre die benannten Wasserstände erreicht, oder überschritten sind. Diese Zahlen sind in der Art berechnet, dafs die darüberstehenden Summen durch die Anzahl der Jahre dividirt wurden. In Bezug auf die im Elbinger Hafen angestellten Beobachtungen mufs noch erwähnt werden, dafs die verschiedene Angabe der Höhe des mittleren Wasserstandes von einer vorgenommenen Veränderung des Pegels herrührt.

Tafel I.

Wasserstände bei *Memel* (im Hafen)

während der 23 Jahre von 1811 bis 1843, reducirt auf den mittleren Wasserstand; dieser ist angenommen zu 2 Fufs 4 Zoll für 1811 bis 1817, zu 1 F. 8 Z. für 1818 bis 1830 und zu 1 F. 6 Z. für 1831 bis 1843

| | Mittlere | Höchste | | | | | Niedrigste | |
|-----------|----------|--------------|------|------|------|-------|------------|------|
| | Fufs. | Wasserstände | | | | | | |
| | | +2' | +3' | +4' | +5' | -1'5. | -2' | -2'5 |
| Januar | +0,04 | 31 | 4 | — | — | 51 | 12 | — |
| Februar | —0,03 | 16 | 4 | — | — | 25 | 8 | 4 |
| März | —0,10 | 23 | 1 | — | — | 30 | — | — |
| April | +0,01 | 5 | — | — | — | 1 | — | — |
| Mai | —0,30 | 1 | — | — | — | 2 | — | — |
| Juni | —0,26 | — | — | — | — | — | — | — |
| Juli | +0,09 | 2 | — | — | — | 2 | — | — |
| August | +0,11 | — | — | — | — | — | — | — |
| September | —0,02 | 3 | — | — | — | 22 | 3 | — |
| October | +0,01 | 9 | 1 | — | — | 17 | — | — |
| November | +0,19 | 31 | 4 | — | — | 14 | 3 | — |
| December | +0,24 | 52 | 11 | 1 | 1 | 44 | 5 | 3 |
| Summe | | 173 | 25 | 1 | 1 | 208 | 31 | 7 |
| Jährlich | | 5,24 | 0,78 | 0,03 | 0,03 | 6,30 | 0,94 | 0,21 |

Tafel II.

Wasserstände bei *Pillau*

während der 28 Jahre von 1816 bis 1843, reducirt auf den mittleren Wasserstand; dieser ist angenommen zu 7 Fufs 9 Zoll für 1816 bis 1829 und zu 7 F. 7 Z. für 1830 bis 1843.

| | Mittlere | Höchste | | | | Niedrigste | |
|-----------|----------|---------|------|-----|-------|------------|-------|
| | Fufs. | +2' | +3' | +4' | -1'5. | -2' | -2'5. |
| Januar | -0,01 | 21 | 1 | — | 59 | 4 | — |
| Februar | -0,04 | 10 | — | — | 29 | 4 | — |
| März | -0,11 | 6 | — | — | 15 | 1 | — |
| April | -0,14 | 1 | — | — | 2 | — | — |
| Mai | -0,32 | — | — | — | 3 | — | — |
| Juni | -0,12 | — | — | — | — | — | — |
| Juli | +0,22 | — | — | — | — | — | — |
| August | +0,20 | — | — | — | — | — | — |
| September | +0,02 | — | — | — | — | — | — |
| October | +0,01 | 3 | — | — | — | — | — |
| November | +0,13 | 11 | — | — | 15 | 2 | — |
| December | +0,16 | 34 | 1 | — | 29 | 5 | 3 |
| Summe | | 86 | 2 | — | 152 | 16 | 3 |
| Jährlich | | 3,07 | 0,07 | — | 5,43 | 0,57 | 0,11 |

Tafel III.

Wasserstände bei *Königsberg*

während der 25 Jahre von 1819 bis 1843, reducirt auf den mittleren
Wasserstand von 7 Fufs 9 Zoll.

| | Mittl. | Höchste | | | | | | Niedrigste | |
|---------|--------|---------|------|------|------|------|-------|------------|-------|
| | Fufs. | +2'. | +3'. | +4'. | +5'. | +6'. | -1,5 | -2'. | -2,5. |
| Januar | -0,15 | 35 | 8 | 3 | 1 | 1 | 87 | 10 | 3 |
| Febr. | -0,23 | 11 | 1 | — | — | — | 40 | 2 | — |
| März | -0,11 | 29 | 6 | 1 | 1 | — | 29 | 1 | — |
| April | +0,05 | 27 | 9 | 7 | 1 | — | 5 | 1 | — |
| Mai | -0,34 | 3 | — | — | — | — | 11 | 4 | — |
| Juni | -0,15 | 1 | — | — | — | — | 1 | — | — |
| Juli | +0,25 | 7 | — | — | — | — | — | — | — |
| August | +0,16 | 6 | — | — | — | — | — | — | — |
| Sept. | +0,10 | 7 | — | — | — | — | 19 | 2 | — |
| October | +0,04 | 20 | 3 | — | — | — | 17 | 2 | — |
| Nov. | +0,18 | 30 | 6 | 1 | — | — | 19 | 4 | 1 |
| Dec. | +0,22 | 66 | 18 | 2 | — | — | 43 | 6 | 1 |
| Summe | | 242 | 51 | 14 | 3 | 1 | 271 | 32 | 5 |
| Jährl. | | 9,68 | 2,04 | 0,56 | 0,12 | 0,04 | 10,84 | 1,28 | 0,20 |

Tafel IV.

Wasserstände im *Elbing* (am Hafenhause)

während der 32 Jahre von 1812 bis 1843, reducirt auf den mittleren
Wasserstand; dieser ist angenommen zu 4 Fufs 9 Zoll für 1812 bis
1827 und zu 7 F. 8 Z. für 1828 bis 1843.

| | Mittlere | Höchste | | | | | | Niedrigste | |
|-----------|----------|---------|------|------|------|-------|------|------------|--|
| | Fufs. | +2'. | +3'. | +4'. | +5'. | -1,5. | -2'. | -2,5. | |
| Januar | -0,14 | 25 | 6 | 3 | — | 96 | 18 | 3 | |
| Februar | -0,16 | 6 | 2 | 1 | — | 44 | 3 | 0 | |
| März | +0,03 | 34 | 4 | 3 | 1 | 19 | 5 | 1 | |
| April | +0,21 | 19 | 1 | — | — | 25 | 3 | — | |
| Mai | -0,18 | 1 | — | — | — | 25 | 5 | 2 | |
| Juni | -0,07 | 1 | — | — | — | 7 | 3 | — | |
| Juli | +0,19 | 2 | — | — | — | 5 | — | — | |
| August | +0,17 | 4 | 2 | — | — | 4 | — | — | |
| September | +0,05 | 2 | 2 | — | — | 18 | 1 | 1 | |
| October | -0,12 | 13 | 1 | — | — | 26 | 3 | 2 | |
| November | 0,00 | 18 | 2 | — | — | 41 | 6 | 1 | |
| December | +0,06 | 25 | 7 | 1 | — | 38 | 4 | 1 | |
| Summe | | 150 | 27 | 8 | 1 | 348 | 51 | 11 | |
| Jährlich | | 4,69 | 0,84 | 0,25 | 0,03 | 10,87 | 1,59 | 0,33 | |

Tafel V.

Wasserstände bei *Neufahrwasser*

während der 29 Jahre von 1815 bis 1843, reducirt auf den mittleren
Wasserstand von 11 Fuß 1 Zoll.

| | Mittlere | Höchste | | | | | Niedrigste | |
|-----------|----------|---------|------|------|------|-------|------------|-------|
| | Fufs. | +2'. | +3'. | +4'. | +5'. | -1'5. | -2'. | -2'5. |
| Januar | 0,00 | 32 | 11 | 3 | 1 | 53 | 8 | 3 |
| Februar | —0,12 | 21 | 4 | 2 | — | 39 | 7 | 1 |
| März | —0,21 | 11 | 6 | — | — | 33 | 9 | 1 |
| April | —0,26 | 4 | — | — | — | 12 | 3 | 1 |
| Mai | —0,30 | — | — | — | — | 4 | 1 | — |
| Juni | —0,06 | — | — | — | — | — | — | — |
| Juli | +0,26 | — | — | — | — | — | — | — |
| August | +0,26 | — | — | — | — | — | — | — |
| September | +0,08 | 5 | 1 | — | — | 4 | — | — |
| October | —0,01 | 7 | 2 | — | — | 11 | — | — |
| November | +0,11 | 8 | 2 | 1 | — | 14 | 6 | 2 |
| December | +0,23 | 41 | 9 | 1 | 1 | 23 | 7 | 4 |
| Summe | | 129 | 35 | 7 | 2 | 193 | 41 | 12 |
| Jährlich | | 4,45 | 1,21 | 0,24 | 0,07 | 6,66 | 1,41 | 0,41 |

Tafel VI.

Wasserstände bei *Swinemünde*.

während der 33 Jahre von 1811 bis 1843, reducirt auf den mittleren
Wasserstand von 3 Fuß 6 Zoll.

| | Mittlere | Höchste | | | | Niedrigste | | |
|-----------|----------|---------|------|------|------------------------|------------|-------|------|
| | Fufs. | +2' | +3' | +4' | Wasserstände. -1'5. | -2' | -2'5. | -3' |
| Januar | -0,05 | 23 | 6 | 3 | 28 | 9 | 2 | — |
| Februar | -0,09 | 11 | 2 | — | 19 | 2 | 1 | — |
| März | -0,11 | 16 | 2 | 1 | 22 | 4 | 1 | 1 |
| April | -0,08 | 11 | 2 | — | 1 | — | — | — |
| Mai | -0,13 | 1 | — | — | 4 | — | — | — |
| Juni | -0,01 | 1 | 1 | — | — | — | — | — |
| Juli | +0,22 | 1 | — | — | — | — | — | — |
| August | +0,25 | 1 | — | — | 2 | — | — | — |
| September | +0,14 | 4 | 2 | 1 | 4 | 1 | — | — |
| October | -0,11 | 9 | 1 | — | 18 | 2 | — | — |
| November | -0,05 | 7 | — | — | 28 | 8 | 5 | 2 |
| December | +0,02 | 27 | 8 | 2 | 32 | 7 | 5 | 2 |
| Summe | | 112 | 24 | 7 | 158 | 33 | 14 | 5 |
| Jährlich | | 3,39 | 0,73 | 0,21 | 4,78 | 1,00 | 0,43 | 0,15 |

Eine sehr auffallende Erscheinung ist es, daß die stärksten Erhebungen und Senkungen des Wasserspiegels nicht in diejenigen Monate fallen, für welche die mittleren Wasserstände am höchsten oder niedrigsten sind. Die höchsten Anschwellungen und eben so auch die tiefsten Senkungen treten in den Wintermonaten, und namentlich im December und Januar ein, während im Allgemeinen die monatlichen mittleren Wasserstände im Juli und August am höchsten und im Mai am niedrigsten sind. Jene rühren indessen ohne Zweifel immer von Stürmen oder von anhaltenden Winden her; es ergibt sich dieses aus den Angaben über die Richtung und Stärke des Windes. Ich habe diese Angaben für die sämtlichen besonders hohen und niedrigen Wasserstände verglichen, und gefunden, daß solche bei folgenden Windesrichtungen an den verschiedenen Orten eintreten:

Der höchste | Der niedrigste
Wasserstand tritt ein:

| | |
|-------------------------------------|--|
| im Memeler Hafen } bei NNW. Stürmen | bei anhaltendem SO. Winde |
| und in Pillau } bei SW. Sturm | bei O. Wind |
| in Königsberg } bei NNO. Sturm | bei SVV. Wind |
| in Elbing } bei NNO. Sturm | bei S. Wind |
| in Neufahrwasser } bei NNO. Sturm | bei SVV. Sturm oder anhaltendem SVV. Winde |
| in Swinemünde } | |

Einzelne Ausnahmen zeigen sich freilich von diesen allgemeinen Resultaten, doch sind dieselben, einige Fälle abgerechnet, nicht bedeutend, und alsdann ist gemeinhin ein starker Wind in der vorstehend bezeichneten Richtung ein oder zwei Tage vorher notirt. Auffallend ist es aber, wie die Richtung des Windes und selbst des Sturmes an denselben Tagen häufig an verschiedenen Orten ganz verschieden angegeben wird. So wehte am 14. Februar 1835 in Swinemünde ein Sturm aus Norden, während der Wind in Memel und Elbing westlich, und in Pillau, Königsberg und Neufahrwasser südwestlich war.

In dieser Weise kann ein Sturm, der die Küste gar nicht erreicht, doch die Hebung oder Senkung des Wasserstandes daselbst veranlassen. Ich habe in Pillau mehrmals gesehen, daß bei ruhiger Luft ein hoher Seegang sich einstellte, und eine merkliche Anstauung des Wassers zur Folge hatte; gewöhnlich hörte man bald darauf von starken Stürmen, die in der See stattgefunden hatten.

Bei dieser Gelegenheit verdient auch der hohe Wasserstand vor Memel am 30. November 1836 erwähnt zu werden. Bei westlichem Winde erhob sich daselbst die See um $2\frac{1}{2}$ Fufs über ihren gewöhnlichen Stand; zu gleicher Zeit befand sie sich in Pillau sogar unter demselben. Am Tage vorher war längs der ganzen Küste SW. oder S. Wind beobachtet worden, und an diesem Tage in Pillau und selbst in Swinemünde W. Wind, doch setzte er am folgenden Tage in Memel und Pillau nach Norden um. Es scheint hiernach, daß das Wasser von verschiedenen Seiten her nach Memel hingetrieben und dadurch hier so hoch gehoben wurde, ohne daß die dort wahrgenommene Richtung und Stärke des Windes die Erscheinung erklären konnte.

Die angegebenen Richtungen der Stürme und Winde, welche die größte Hebung oder Senkung des Wasserstandes veranlassen, stimmen ungefähr mit den Linien überein, die man von diesen Punkten aus nach der Mitte der Ostsee (oder des Frischen Haffes) zieht. So bestätigt diese Vergleichung wieder die bekannte Erfahrung, daß der Wind vor sich das Wasser auftreibt.

Sehr auffallend zeigt sich dieses im Frischen Haffe. Dasselbe erstreckt sich von SW. nach NO.; an jenem Ende liegt der Elbinger Hafen, und hier die Mündung des Pregels. Die Beobachtungen im Elbinger Hafen und in Königsberg bezeichnen daher die Wasserstände an den beiden äußersten Enden, während die Beobachtungen in Pillau ungefähr für die Mitte die Höhe des Wasserspie-

gels angeben. Nur bei nordwestlichen Stürmen, wie im December 1843, schwillt das Wasser gleichzeitig im Pregel und Elbing-Fluss über den Wasserstand bei Pillau an. Zur Zeit dieses Sturmes stand es an den beiden ersteren Orten 1 Fufs höher, als in Pillau. Bei anderen Windesrichtungen senkt sich der Wasserstand im Elbinger Hafen, sobald er im Pregel steigt, und umgekehrt. Der Unterschied zwischen beiden beträgt oft 4 Fufs und darüber. Bei dem westlichen Sturme am 22. October 1841, der bei Elbing nur als starker Wind bezeichnet ist, stand das Wasser daselbst $5\frac{1}{2}$ Fufs niedriger als in Königsberg, während der Wasserstand bei Pillau etwa 1 Fufs über dem mittleren war. Am 17. April 1825 betrug unter ähnlichen Verhältnissen der Unterschied zwischen Königsberg und Elbinger Hafen sogar über 6 Fufs; in Königsberg hatte sich das Wasser um mehr als 4 Fufs über den mittleren Stand erhoben, im Elbinger Hafen war es 2 Fufs unter denselben herabgesunken.

Noch auffallender zeigt sich im Hafen Neufahrwasser die Wirkung des Windes auf die Hebung oder Senkung des Wasserstandes. Die alte Weichsel (die seit dem 31. Januar 1841 den Strom der oberen Weichsel nicht mehr aufnimmt) mündet etwa 100 Ruthen unterhalb der Hafenschleuse in die Ostsee; der Hafen, der an dieser Schleuse beginnt, erstreckt sich in starker Krümmung und im Allgemeinen einer nordwestlichen Richtung folgend, nahe 550 Ruthen weit, worauf er gleichfalls in die Ostsee mündet. Die Mündungen des Hafens und der alten Weichsel sind 450 Ruthen, also noch nicht eine Viertelmeile von einander entfernt. Man sollte unter diesen Umständen vermuthen, dafs in dem Hafen, der keine Zuflüsse aufnimmt, und sich daher mit der See in's Niveau stellt, derselbe Wasserstand wie in der Mündung der Weichsel eintreten müfste. Die Erfahrung zeigt aber, dafs der Wind in dem Hafen sehr starke Niveaudiffe-

renzen erzeugt, die an der Schleuse sich zu erkennen geben, wo von der einen und der andern Seite die Wasserstände regelmässig beobachtet werden. So stand bei dem heftigen Nordwest-Sturme am 17. Januar 1818 das Wasser an der östlichen Seite der Schleuse, also in der Weichsel, um 3 Fufs tiefer, als an der Hafenseite.

Wenn es sich aus dem Vorstehenden auch ergibt, dafs die höchsten und niedrigsten Wasserstände durch Stürme oder anhaltende Winde veranlafst werden, so fragt es sich doch, ob die im Laufe des Jahres ziemlich regelmässig wiederkehrenden Erhebungen und Senkungen des Seespiegels sich hieraus allein erklären lassen, oder ob man gezwungen sey, anzunehmen, dafs die ganze Ostsee in den Sommermonaten höher, als im Winter stehe. In sofern die mir vorliegenden Beobachtungen nur einen kleinen, und zwar nur den südlichen Theil der Seeküste umfassen, so wird sich die Frage hiernach nicht ganz sicher beantworten lassen. Ich will indessen einige Umstände anführen, die darauf hinweisen, und zunächst das Verhalten des Frischen Haffes in dieser Beziehung untersuchen.

Die in Königsberg, Pillau und im Elbinger Hafen angestellten Beobachtungen beweisen, dafs das Frische Haff nicht nur an einzelnen Stellen anschwillt, sondern sich auch zuweilen in seiner ganzen Ausdehnung stark erhebt. So stand dasselbe am 5. Januar 1825 bei den anhaltenden NW. Stürmen an allen drei Beobachtungsorten ziemlich nahe übereinstimmend $3\frac{1}{2}$ bis 4 Fufs über dem mittleren Stande, und eine gleiche Höhe erreichte es auch am 17. Dec. 1843 in Königsberg und im Elbinger Hafen, während es in Pillau nur nahe 3 Fufs angeschwollen war. Andererseits aber sank der Wasserspiegel im Haffe bei dem starken Froste und anhaltendem SO. Winde am 22. Dec. 1839 sehr genau übereinstimmend an allen drei Beobachtungsorten um $2\frac{1}{2}$ Fufs unter den mittleren Stand herab. Es ergibt sich hieraus,

dafs das Haff in seiner ganzen Ausdehnung zuweilen 5½ Fufs höher steht, als zu anderer Zeit.

Für die Ostsee lassen sich nicht ähnliche Vergleiche durchführen, ich habe indessen in der folgenden Tabelle die mittleren monatlichen Wasserstände für die verschiedenen Beobachtungsorte zusammengetragen, und zugleich die herrschende Windesrichtung für jeden Monat anzugeben versucht. Letztere ist aus den in Pillau aufgestellten Tabellen entnommen; ich mufs indessen bemerken, dafs es sehr schwierig und bei der mangelhaften Bezeichnung der Stärke des Windes oft unmöglich war, für einzelne Monate jedes Jahres die herrschende Windesrichtung anzugeben. Ich kann daher die Richtigkeit dieser Resultate nicht in aller Schärfe verbürgen: nicht destoweniger sind dieselben doch in sofern wichtig, als sie zeigen, dafs im Allgemeinen in den Wintermonaten der südwestliche und in den Sommermonaten der nordwestliche Wind vorherrschend ist. Hieraus dürfte sich das Anschwellen des Wasserspiegels an der südlichen Küste während des Sommers schon erklären, ohne dafs man eine allgemeine Erhebung des Wasserstandes in der Ostsee anzunehmen braucht.

Tafel VII.

Zusammenstellung

der monatlichen mittleren Wasserstände, reducirt auf die allgemeinen mittleren Stände, und der Richtungen des in Pillau herrschenden Windes.

| | Januar. | Februar. | März. | April. | Mai. | Juni. |
|--------------------------------|---------|----------|-------|--------|-------|-------|
| Memel | +0,04 | —0,03 | —0,10 | +0,01 | —0,30 | —0,26 |
| Pillau | —0,01 | —0,04 | —0,11 | —0,14 | —0,32 | —0,12 |
| Königsberg | —0,15 | —0,23 | —0,11 | +0,05 | —0,34 | —0,15 |
| Elbing | —0,14 | —0,16 | +0,03 | +0,21 | —0,18 | —0,07 |
| Neufahrwasser | 0,00 | —0,12 | —0,21 | —0,26 | —0,30 | —0,06 |
| Swinemünde | —0,05 | —0,09 | —0,11 | —0,08 | —0,13 | —0,01 |
| Mittel | —0,05 | —0,11 | —0,10 | —0,03 | —0,26 | —0,11 |
| Herrschender Wind in Pillau | SWV. | VSWV. | VV. | (N.) | N. | NW. |

| | Juli. | August. | Septemb. | October. | Novemb. | Decemb. |
|--------------------------------------|-------|---------|----------|----------|---------|---------|
| Memel | +0,09 | +0,11 | -0,02 | +0,01 | +0,19 | +0,24 |
| Pillau | +0,22 | +0,20 | +0,02 | +0,01 | +0,13 | +0,16 |
| Königsberg | +0,25 | +0,16 | +0,10 | +0,04 | +0,18 | +0,22 |
| Elbing | +0,19 | +0,17 | +0,05 | -0,12 | 0,00 | +0,06 |
| Neufahrwasser | +0,26 | +0,26 | +0,08 | -0,01 | +0,11 | +0,23 |
| Swinemünde | +0,22 | +0,25 | +0,14 | -0,11 | -0,05 | +0,02 |
| Mittel | +0,20 | +0,19 | +0,06 | -0,03 | +0,09 | +0,15 |
| Herrschender VWind in Pil- lau | VNVV. | VV. | (O.) | SSVV. | SVV. | SVV. |

In den Monaten April und September sind die angegebenen VWinde sehr wenig überwiegend.

Auffallend ist der sehr tiefe mittlere Wasserstand während des Monats Mai, für welchen der nördliche Wind sich sehr sicher als der herrschende herausstellt. Auf die monatlichen mittleren Wasserstände äußern indessen die Stürme einen überwiegenden Einfluss, und namentlich verursachen sie eine Erhebung. Dieses erklärt sich dadurch, dass die Senkung des Seespiegels an derjenigen Küste, wo der Sturm landwärts weht, sehr viel geringer, als die Erhebung an der entgegengesetzten Küste ist, welche der Sturm von der Seeseite trifft. Ich versuchte den Einfluss der Stürme auf die mittleren monatlichen Wasserstände dadurch zu beseitigen, dass ich diejenigen Tage unberücksichtigt liefs, an welchen *Sturm* oder *Orkan* notirt war, und eben so auch die beiden nächstfolgenden Tage. Es liefs sich dieses indessen nicht durchführen, da die Angaben der Stärke des Windes zu unvollständig waren, und oft mehrere Jahrgänge ganz fehlten. Ich überzeugte mich indessen, dass bei Anwendung dieses Verfahrens die Wasserstände während des Winters sich noch bedeutend niedriger stellen, als die Tabelle angiebt. Indem nun im Monat Mai die starken Stürme im Allgemeinen aufhören, so liegt vielleicht hierin der Grund, weshalb in diesem Monate der Wasserstand sich noch so tief, und selbst tiefer, als in den vorhergehenden stellt.

Die Höhe, um welche der Wasserspiegel sich an den verschiedenen Beobachtungsorten erhebt oder senkt, läßt sich mit größerer Sicherheit aus den Messungen entnehmen, wiewohl es bei der Seltenheit der Maxima und Minima, und bei der geringen Ausdehnung des Zeitraums, in welchem die Beobachtungen regelmäfsig angestellt worden sind, sehr zweifelhaft ist, ob die bisherigen Ablesungen die äußersten Gränzen wirklich erreichen. In der folgenden Tabelle sind die absolut höchsten und niedrigsten Wasserstände angegeben, und auferdem ist darin noch diejenige Erhebung oder Senkung gegen den mittleren Wasserstand beigefügt, welche durchschnittlich in jedem Jahre einmal eintreten pflegt. Die letzten Angaben beruhen nicht auf unmittelbaren Messungen, sie sind vielmehr aus den letzten horizontalen Zahlenreihen der ersten Tabellen durch Interpolation hergeleitet.

Tafel VIII.

Zusammenstellung

der beobachteten absolut höchsten und niedrigsten Wasserstände, so wie derjenigen, welche durchschnittlich in jedem Jahre einmal eintreten; auf den mittleren Stand reducirt.

| | Absolute höchste | Jährliche Wasserstände. | Absolute niedrigste | Jährliche Wasserstände. |
|----------------|---------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|
| Memel | +5',8 | +2',9 | -2',8 | -1',95 |
| Pillau | +3,8 | +2,3 | -2,9 | -1,85 |
| Königsberg | +6,0 | +3,55 | -2,8 | -2,1 |
| Elbinger Hafen | +5,0 | +2,85 | -2,7 | -2,15 |
| Neufahrwasser | +5,4 | +3,15 | -2,8 | -2,1 |
| Swinemünde | +4,2 | +2,8 | -3,4 | -2,0 |

Im Allgemeinen lassen sich die stärkeren Erhebungen an einzelnen Beobachtungsorten durch die Localverhältnisse erklären; so rührt z. B. die hohe Anschwellung bei Königsberg ohne Zweifel davon her, daß das Wasser bei anhaltenden Stürmen hier angehäuft wird, ohne daß es weiter zurück oder seitwärts ausweichen kann.

Bei Pillau ist dagegen das Ausweichen nach dem weiten Becken des Haffes nicht nur möglich, sondern der Wind, der die Fluthen hierher treibt, führt sie in gleicher Richtung weiter nach dem Haffe. Bei Memel ist dieses nicht der Fall; das Curische Haff, welches hier mündet, hat zwar eine noch gröfsere Ausdehnung, als das Frische Haff, aber seine lang ausgezogene Mündung erstreckt sich fast parallel zur Küste, und sonach fließt das Wasser in derselben nicht so schnell ab, als es an der Seeseite anschwillt. Für Swinemünde endlich erklärt sich die geringe Anschwellung auf dieselbe Weise, wie bei Pillau, aber die Verbindung mit dem dahinter liegenden Haffe ist wegen ihrer grofsen Länge weniger zur schnellen Abführung des Wassers geeignet, und wenn bei westlichem Winde eine starke Ausströmung aus dem Haffe erfolgt, so geschieht diese mehr durch die östliche Mündung bei Wollin. Der Zuflufs nach Swinemünde ist daher beschränkt, woher hier eine so auffallende Senkung des Wasserspiegels eintritt.

Endlich berühre ich noch einen Gegenstand, der zwar mit der bisherigen Untersuchung nicht in unmittelbarer Beziehung steht, der aber für den Strombau an der Weichsel und Nogat von grofser Bedeutung ist. Man hat wiederholentlich die Meinung ausgesprochen, dafs zur Zeit der starken Anschwellungen der Weichsel in der südwestlichen Ecke des Frischen Haffes oder vor der Mündung der Nogat der Wasserstand sich stark erhebt, und dadurch Veranlassung giebt, dafs die Nogat überhaupt viel gröfseren Anschwellungen unterworfen ist, als der westliche Arm oder die Danziger Weichsel, die ostwärts von Danzig unmittelbar in die See mündet. Dafs ein solches ungünstiges Verhältnifs zur Zeit der nördlichen und östlichen Stürme eintritt, leidet keinen Zweifel; es fragt sich aber, ob unabhängig von dieser Wir-

kung der Winde, die Wassermenge der Nogat an sich so groß sey, daß bei ihrem Eintritt in das Haff ein starkes Gefälle sich bilden müsse, um die zur vollständigen Abführung des Wassers erforderliche Geschwindigkeit darzustellen.

Der südwestliche Theil des Haffes von der Mündung der Nogat bis Pillau ist bei einer Länge von $7\frac{1}{2}$ Meilen durchschnittlich $1\frac{1}{4}$ Meilen breit und die mittlere Tiefe mag 7 Fufs betragen. Nimmt man an, daß die größte Wassermenge der Nogat 100 000 Kubikfufs in der Secunde mißt, so würde sich nach der bekannten Formel für die Bewegung des Wassers in Strömen das absolute Gefälle gleich 3 Zoll ergeben. Ich vermuthe, daß diese Annahme der Wassermenge selbst für die höchsten Anschwellungen genügt. Zur Zeit des mittleren Wasserstandes führt die Nogat gewiß nicht mehr, als 30 000 Kubikfufs ab; das absolute Gefälle im Haffe würde alsdann nur $8\frac{1}{2}$ Linien seyn, und beim kleinen Stande der Nogat müßte es sich etwa auf 1 Linie reduciren. Dieses fand ich in sofern auch bestätigt, als ich einst im Sommer bei sehr ruhiger Witterung ein Nivellement in der Nähe von Großbruch über die Nehrung führte; es ergab sich daraus, daß der Wasserspiegel der See mit dem des Haffes genau übereinstimmte. Es fand also damals auf die unteren zwei Meilen kein wahrnehmbares Gefälle statt, und dasselbe mußte daher auch für die ganze Länge sehr gering seyn.

Wenn nun zur Zeit der höchsten Anschwellungen der Nogat ein starkes Gefälle im Haffe sich bilden sollte, so müßte alsdann unter übrigens gleichen Umständen der Pegel in Elbing, im Vergleiche zu dem in Pillau, eine größere Höhe als sonst markiren. Ich habe aus den Wasserständen der Nogat, und zwar aus denen, die an der Kraffohl-Schleuse beobachtet sind, die Zeiten der höchsten Anschwellungen entnommen, und für jede solche Anschwellung, mit Einschluss der folgenden Tage,

die Wasserstände im Elbinger Hafen mit denen bei Pillau verglichen. Es ergab sich indessen, daß der Einfluß des Windes auch für diese Zeiten durchaus überwiegend blieb; oft sogar das Wasser alsdann in Pillau noch bedeutend höher, als im Elbinger Hafen stand, so daß die Fluthen der Nogat mit umgekehrtem Gefälle oder ansteigend abfließen mußten. Nur im Jahr 1841, als der Eisgang in der Nogat bei sehr hohem Wasserstande eintrat, während das Haff noch zugefroren war, stellte sich das starke Gefälle von 2 Fufs auf dieser Strecke des Haffes ein. Der Wind war dabei südöstlich, und konnte sonach die Anschwellung nicht verursachen.

VIII. *Ueber die Detonationen des Reichenauer Berges in Mähren; von E. F. Glocker.*

Das so merkwürdige donnerähnliche Geräusch, welches der in der Richtung zwischen Mährisch-Trübau und der böhmischen Stadt Landskron gelegene ansehnlich hohe *Reichenauer Berg*, in der Volkssprache Ziegenfufs genannt, von Zeit zu Zeit von sich giebt, — worüber ich schon im 54. Bande dieser Annalen (S. 157 ff.) eine kurze Notiz mitgetheilt habe, — ist auch in den letzten Jahren wiederholt wahrgenommen worden. Aber zu den früheren Wahrnehmungen über der Erde kommen nun, seit der Anlegung des Triebitzer Tunnels auf der Olmütz-Prager Eisenbahn, unweit Landskron, auch noch *unterirdische*. In dem eben genannten Tunnel, dessen Entfernung von Reichenau ungefähr zwei geographische Meilen beträgt, ist nämlich jenes donnerähnliche Geräusch, nach der Versicherung der Arbeiter, besonders während des Sommers 1843, ungeachtet des Gehämmers und Lärmens, welches die große Anzahl der Arbeiter verursachte, mehr-

mals gehört worden, und zwar deutlicher und stärker, als an der Oberfläche im Freien. Dasselbe kündigte sich unter der Erde ganz eben so an, wie über derselben, nämlich als ein dumpfer rollender, aber schnell abgebrochener Donner, ähnlich den donnerähnlichen Tönen, welche die Gesteinssprengungen in den Tunneln und Einschnitten der Eisenbahnen (wie z. B. ganz auffallend auf der noch im Bau begriffenen Brunn-Blanskoer Bahn) durch das gleichzeitig an mehreren Stellen erfolgende Schiessen mit Pulver verursachen, wenn sie aus Entfernungen von 1 bis 2 Meilen auf Anhöhen vernommen werden.

Zur richtigen Beurtheilung dieses so eigenthümlichen Phänomens ist es erforderlich zu wissen, daß, nach allen von mir an Ort und Stelle selbst, so wie in der ganzen Nachbarschaft eingezogenen Nachrichten, man noch niemals eine Erderschütterung als gleichzeitig mit dem donnernden Geräusche verspürt hat. Daß dieses letztere wirklich von dem Inneren des Berges herrührt, ist keiner Täuschung unterworfen. Nicht allein bei der ganzen Einwohnerschaft des Dorfes Reichenau, welches am Fusse dieses Berges liegt, herrscht darüber nicht der entfernteste Zweifel, sondern auch in der umliegenden Gegend hört man die Töne, wenn sie erfolgen, überall deutlich als von dem Berge herkommend.

Die Häufigkeit oder Seltenheit des donnerähnlichen Geräusches richtet sich nach der Witterung. Bei warmer und trockner Witterung im Sommer wird es am häufigsten vernommen, und da wiederholt es sich oft einmal schnell hinter einander. Bei nasser und kalter Witterung scheint es sich gar nicht zu äußern. Mehrere in der Nähe wohnende Personen, welche dasselbe sehr oft gehört haben, versicherten einstimmig, bei sehr nasser Witterung es nie vernommen zu haben. Daher ist es auch in dem nassen und kalten Sommer 1844,

nach den von mir eingezogenen Erkundigungen, von Niemand gehört worden.

Es ist schon in meiner ersten Mittheilung bemerkt worden, daß auf der breiten und langen Rückenfläche des Reichenauer Berges drei Pfützen als angeblich die Ueberrest eines vormaligen großen Sees sich befinden, daß die eine derselben in ihrer Mitte eine beträchtliche Tiefe zu haben scheint, und daß aus dieser Mitte zuweilen Gasblasen aufsteigen. Daß nun diese Gasentwicklung mit dem donnernden Geräusche des Berges in Verbindung stehe, d. h. daß sie vorzüglich und in verstärktem Maasse dann erfolge, wenn der Berg detonirt, oder daß die unterirdischen Detonationen eine Folge der Gasentwicklung seyen, dieses ist die Ansicht, welche sich sogleich bei der Betrachtung des Phänomens darbietet, und welcher sich auch mein Reichenauer Begleiter zu-neigte, der den Berg öfters besucht hat. Doch habe ich nicht ermitteln können, ob Jemand gerade in dem Momente einer Detonation des Berges auf seinem Rücken anwesend und zugleich auf die Bewegung der Oberfläche der Sümpfe aufmerksam gewesen sey. So viel läßt sich indessen wohl als sicher annehmen, daß die Detonationserscheinung eine ganz locale sey, und mit Erdbeben gar nichts gemein hat. Ihre Ursache, welche lediglich auf den genannten Berg selbst beschränkt ist, scheint allerdings kaum in etwas Anderem gesucht werden zu können, als in unterirdischen Gasentwicklungen, aber von einem größeren Maassstabe, als sie an der Oberfläche der Sümpfe sich zeigen, welche Gasentwicklungen vielleicht Explosionen in ihrem Gefolge haben. Dabei bleibt dann aber die öftere Wiederholung des Phänomens immer merkwürdig, eben so wie auch der Umstand, daß die Gasexhalationen, so weit sie auf der Bergfläche sich wahrnehmen lassen, in den letzten Jahren immer schwächer und seltener geworden sind, während dagegen die Detonationen eben so häufig wie früher stattfinden.

Dafs das donnerähnliche Geräusch vom Reichenauer Berge aus unterirdisch sich fortpflanzt, also durch die Gebirgsformationen der dortigen Gegend hindurch, beweisen die oben angeführten Erfahrungen im Tunnel bei Triebitz. Dieser Tunnel ist in einer sehr mächtigen Ablagerung von feinem plastischen Thon der oberen Tertiärbildung, sogenannten Tegelthon, angelegt, welcher auf der Quadersandsteinformation ruht; der Reichenauer Berg aber besteht aus Quadersandstein und Plänermergel, welche den Rothsandstein (das sogenannte rothe Liegende) zur Basis haben. Ob im Inneren des Berges Höhlungen sich befinden, darüber liegt wenigstens in der Gesteinsbeschaffenheit keine Andeutung. Aber dafs Quellen darin vorhanden sind, welche den Sandstein locker machen und dadurch Auswaschungen bewirken, ist wohl glaublich, und gewinnt durch die analoge Sandsteinbildung auf den benachbarten Anhöhen von Alt-Molettein, aus deren unteren Schichten Quellen hervorsprudeln, sehr an Wahrscheinlichkeit. — Nach einer unter dem Landvolke in der Nachbarschaft herrschenden Sage ist der ganze Berg mit Wasser angefüllt.

VIII. *Ueber Verbreitung, Beschaffenheit und Entstehung der Korallen-Inseln.*

Unter den Merkwürdigkeiten, welche der indische und australische Ocean darbieten, nehmen in mancher Beziehung diejenigen Inseln, welche man die *niedrigen* nennt, eine der ersten Stellen ein. Ihre zahllose Menge, ihre grofse, aber doch wiederum ziemlich scharf begränzte Verbreitung, ihre von allen übrigen Inseln so abweichende Gestalt und Beschaffenheit, welche fast unwillkürlich die Frage nach ihrer Entstehung aufdrängen:

diefs alles sind Umstände, die diesen Eiländern ein physikalisches und geologisches Interesse verleihen, auf welches sie sonst bei der Kleinheit ihres Areals und der Einförmigkeit ihrer Natur keinen Anspruch machen zu können scheinen.

Daher sind sie denn auch vielfach der Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Seit 1605, da Pyrard de Laval sich über das Wunderbare derselben aussprach, und besonders seit Joh. Reinhold Forster sie auf Cook's zweiter Weltreise in den Jahren 1772 bis 1775 näher erforschte, möchte nicht leicht eine wissenschaftliche Expedition jene entlegenen Meere durchkreuzt haben, die nicht auch dort den räthselhaften, kaum aus den Fluthen hervortauchenden Insular-Gebilden eine mehr oder weniger sorgsame Beachtung zugewandt hätte. Bekannt ist im Allgemeinen, was wir in dieser Beziehung den Reisen von Flinders, Baudin, King, Krusenstern, Kotzebue, Bellingshausen, Lütke, Freycinet, Duperrey, D'Urville, Beechey u. A. schuldig sind. Die zahlreichen Beobachtungen der auf ihnen thätigen Naturforscher haben uns ein anschauliches Bild von der Natur und den Eigenthümlichkeiten jener Regionen geliefert, und namentlich die beiden Thatsachen festgestellt:

1) Dafs die niedrigen Inseln, wenigstens ihrem sichtbaren Theile nach, nichts anderes sind als das Werk des wunderbaren Baues der Korallenthier, weshalb sie denn auch den Namen *Korallen-Inseln*, den man ihnen gewöhnlich beilegt, mit allem Rechte führen.

2) Dafs sie nur dem indischen und dem australischen Ocean angehören.

Wir verdanken ihnen auch über die Entstehungsweise dieser Inseln einige Hypothesen, die sich zu ihrer Zeit Beifall erwarben, die indess bei erweiterter Kenntnifs von den Lebensbedingungen der Korallenthier so viel Unhaltbares und Mangelhaftes erblicken liefsen, dafs schon

längst der Wunsch erwachen mußte, sie durch eine gründlichere Untersuchung an Ort und Stelle geprüft und wo möglich durch eine genügendere Erklärung ersetzt zu sehen.

Dieser Wunsch scheint nun seiner Erfüllung bedeutend näher gerückt, seit Charles Darwin, der kenntnißreiche und eifrige Naturforscher auf der in den Jahren 1832 bis 1836 unter Befehl des Kapitäns Fitz-Roy vollführten Weltreise, die Erscheinungen an den Koralleninseln mit besonderer Vorliebe studirt, und als das Ergebniss seiner Forschungen eine Ansicht aufgestellt hat, die sich den Thatsachen in mancher Beziehung sehr glücklich anschmiegt, und, wenn sie sich bewährt, vom geologischen Standpunkt aus von großer Wichtigkeit ist.

Hr. Darwin hat die Resultate seiner Untersuchungen, vervollständigt durch eine sehr fleissige Zusammenstellung der früheren Beobachtungen, in einem besonderen Werke: *The structure and distribution of Coral Reefs etc.*, niedergelegt. Dasselbe ist 1842 zu London erschienen, also nicht mehr ganz neu; indess hat es, einige kürzere Benutzungen für Lehrbücher abgerechnet ¹⁾, bisher in Deutschland so wenig Beachtung gefunden, daß wohl nicht zu besorgen stehen dürfte, es werde der vorliegende, hauptsächlich aus diesem Werke geschöpfte Aufsatz für die Mehrzahl der Leser eine unwillkommene oder überflüssige Gabe seyn.

Hr. Darwin beschränkt sich nicht auf die eigentlichen Koralleninseln, sondern umfaßt mit seinen Betrachtungen sämtliche Gebilde von größerer Ausdehnung, die ihre Entstehung dem Wachsthum der Korallenthierie verdanken. Er unterscheidet nämlich dreierlei Gebilde dieser Art.

1) *Küstenriffe (fringing or shore reefs)*, Korallenriffe, die sich den Küsten von Festländern und größe-

1) Unter anderen in Studer's trefflichem Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie (Bern, Chur und Leipzig 1844).

ren Inseln meistens dicht anschließen, sie umsäumen oder einfassen. Diese mögen hier *Korallenbänke* oder kurzweg *Bänke* genannt seyn.

2) *Dammriffe* (*barrier or encircling reefs*), Riffe, welche Festländer und Inseln in mehr oder weniger grossem Abstand von der Küste dammförmig einschließen oder umgeben. Für diese sey im gegenwärtigen Aufsatz der Name *Korallenriffe* oder schlechthin *Riffe* beibehalten.

3) *Korallen- oder Lagunen-Inseln*, die, ihrem sichtbaren Theile nach, ganz das Werk von Zoophyten sind. Sie führen bei den Bewohnern des indischen Oceans den Namen *Atoll*, welcher synonym ist mit *Lagunen-Insel*. Hr. D. bedient sich eben dieses Namens, und wir glauben darin nur seinem Beispiele folgen zu müssen ¹).

Es ist nun ein Hauptzweck, den Hr. D. bei seiner Arbeit im Auge hat, zu zeigen, dafs die dreierlei Formen, unter welchen die Korallengebilde auftreten, wesentlich einer und derselben Ursache ihre Entstehung verdanken. Bevor wir ihm jedoch darin folgen, wird es zweckmäfsig seyn, einen Blick auf die geographische Vertheilung der Korallengebilde zu werfen.

Verbreitung der Korallengebilde.

Alle bisherigen Beobachtungen stimmen darin überein, dafs die eigentlichen Korallen-Inseln nur im indischen und im stillen Oceane vorkommen, nicht im atlantischen. Es ist dieß keineswegs die kleinste Merkwürdigkeit dieser Eiländer. — Welche Ursache hat die Atolle dort hervorgerufen, hier unterdrückt? — Ist es etwa eine Verschiedenheit der Genera oder Species von Korallenthieren, welche erstere Meere im Vergleich zu letzteren bewohnen, oder haben andere Einflüsse darauf eingewirkt?

1) Die Franzosen haben denselben, in „*Atollon*“ verwandelt, auch längst recipirt.

Als nächste Antwort auf diese sich unwillkürlich aufdrängenden Fragen, mag die vielleicht nicht allgemein bekannte Thatsache dienen, daß auch die Korallengebilde der beiden andern Arten, die Bänke und Riffe, nicht überall vorkommen, wo man, nach örtlichen und klimatischen Verhältnissen zu urtheilen, sie anzutreffen erwarten sollte. Korallen, namentlich vom Geschlechte *Caryophyllia*, leben im ganzen atlantischen Meere, von den *Shetlands-* (*Zetlands*) *Inseln* an, unter 60° N. Br., bis hinab zum *Feuerlande* (*Tierra del Fuego*), unter 53° S. Br., aber Bänke und Riffe von ihnen finden sich selbst in den heißesten Zonen dieses Meeres nur in vereinzelt und ziemlich scharf abgegränzten Regionen.

Specieller erhellen diese Verhältnisse aus einer Karte über die geographische Verbreitung der Korallengebilde, die Hr. Darwin seinem Werke beigegeben hat, und die, des lehrreichen Ueberblicks wegen, den sie gewährt, hier auf Taf. III wiedergegeben ist. Zur Erläuterung dieser Karte, auf welcher zugleich die drei von Hrn. D. gesonderten Formen der Korallengebilde durch Farben unterschieden sind ¹⁾, diene Folgendes.

Gleich den Atollen finden sich die Korallenbänke und -Riffe nicht an der ganzen *Westküste* von *Afrika*, namentlich nicht im Golf von *Guinea*. Man könnte vielleicht geneigt seyn, dieß den erdigen Massen zuzuschreiben, welche die dortigen Flüsse so reichlich in's Meer spülen und vor deren Mündungen zu sehr ausgedehnten Schlammhängen Anlaß geben. Allein jene Gebilde finden sich auch nicht bei *St. Helena*, *Ascension*, *St. Pauls*, den *Cap-Verden*, so wie überhaupt bei keiner Insel mitten im atlantischen Meere, selbst nicht bei der Insel *Fernando Naronha*, an der brasilianischen Küste. Und

1) Bis auf diese klassificirenden Farben und einige Berichtigungen ist die Karte, wie Hr. D. bemerkt, eine Copie von der des Hrn. C. Gressier, die 1835 vom *Dépot générale de la Marine* veröffentlicht wurde.

doch sind alle diese Inseln, sowohl ihrer Gestalt als dem sie bildenden älteren vulkanischen Gesteine nach, denen im stillen Oceane gleich, deren Küsten mit gigantischen Wällen von Korallenfelsen umgeben sind.

Dagegen sind merkwürdigerweise die *Bermuda-Inseln*, gegenüber den Küsten der Vereinigten Staaten, unter $32^{\circ} 15' N.$, mit Korallenbänken versehen. Diese Erscheinung ist um so auffallender, als einerseits die Küsten jener Staaten frei sind von solchen Bänken, und als andererseits die letzteren an keinem anderen Punkt der Welt, selbst nicht im stillen Ocean, so hoch nach Norden hinaufreichen. Vermuthlich hat der warme Meeresstrom, der unter dem Namen des *Gulph-Streams* von Süden heraufkommt und nördlich von den Bermuden vorbeigeht, einen Antheil an dieser Anomalie.

In größerer Ausdehnung kommen die Korallenbänke in den *westindischen Gewässern* vor, und hier ist es, wo sie im atlantischen Meer ihren Hauptsitz haben. Vorzugsweise sind es jedoch hier wiederum die Inseln, welche von ihnen eingesäumt werden.

So namentlich *Cuba*, fast an seiner ganzen, über 10 Längengrade messenden Nordküste, kurze Strecken in der Mitte und eine größere am östlichen Ende ausgenommen. Dasselbe gilt auch von mehreren Stellen der Südküste, und von der Südseite der daselbst liegenden *Pinos-Inseln*. — Ferner *Jamaica* an der ganzen Südküste; *Hayti* wiederum an der Nordküste, wiewohl nur an einem Theil derselben; *Puerto-Rico* dagegen fast an allen Seiten.

Noch reichlicher finden sie sich an den *Bahama-Inseln*, und an den *kleinen Antillen*, namentlich denen der östlichen, nicht-vulkanischen Reihe, z. B. *Barbuda*, *Antigua*, *Marie-Galante*, *Barbados* u. s. w.; dagegen scheinen sie in der westlichen oder vulkanischen Reihe entweder zu fehlen oder nicht bekannt zu seyn. Nur von *Martinique* kennt man einige Andeutungen.

Auch die Spitzen der beiden weit in's Meer vorgeschobenen Halbinseln *Florida* und *Yucatan* werden durch eine Franse von Korallenbänken fortgesetzt; sonst aber ist merkwürdig genug, sowohl im westindischen als atlantischen Meere, fast die ganze Küste des Kontinents von Amerika frei von Korallengebilden. Nur die Küste von *Brasilien* findet sich an einzelnen Stellen mit ihnen bekleidet, so unter andern südlich von der Stadt *Pernambuco*, wiewohl auch dort parallel der Küste ein Riff fließt, welches nicht das Werk von Korallenthieren ist, sondern aus hartem Sandstein besteht.

Alle Korallengebilde in den Gewässern des atlantischen Oceans gehören übrigens zur ersten Abtheilung, stellen Bänke dar, und sind demnach auf der Karte mit hellrother Farbe angelegt.

In größserer Ausdehnung und mannichfaltigerer Gestalt finden sich die Korallengebilde an der Ostseite der alten Welt.

So zunächst im *Rothem Meer*. Die Küsten desselben sind zwar nicht überall, aber doch an den meisten Stellen, besonders an der afrikanischen Seite, auf große Strecken damit besetzt, bis hinauf in den Meerbusen von Suez, nahe unter 30° N., sowohl in Form von Bänken als von Riffen. Im geringeren Grade gilt dieß auch vom *Persischen Meerbusen*, doch kommen daselbst nur Korallenbänke vor.

Einen reichen Saum von Korallenbänken hat die Ostküste des tropischen *Afrika's* aufzuweisen, obwohl nicht an allen Stellen. Von etwa 1° N. bis zur Mündung des rothen Meeres, so wie südlich von *Mosambique*, unter 15° S., ist sie, einzelne Punkte abgerechnet, davon entblößt; aber die dazwischen liegende Strecke von 16 Breitengraden ist fast ohne Unterbrechung damit besetzt.

Dasselbe Verhältniß zeigen die West- und Ostküste von *Madagascar* respective an ihrem südlichen und nördlichen Theile, namentlich an letzterem, wo die Korall-

lenbänke einen zusammenhängenden Saum von über 7 Breitengraden Länge bilden.

Neu-Holland ist an seiner südlichen Küste ganz, und an seiner westlichen und nördlichen ziemlich frei von Korallengebilden; aber an seiner Ostküste findet sich das große Australische Riff, welches wir zuerst durch Kapt. Flinders kennen gelernt haben, welches fast die ganze nördliche Hälfte dieser Küste umgiebt, beinahe nach *Neu-Guinea* hinübersetzt, und eine Ausdehnung von über zweihundert deutschen Meilen hat.

Neu-Guinea selbst wird seinerseits wiederum in SO durch ein breites Korallenriff verlängert, fast um die Hälfte seiner großen Ausdehnung. Eben so ist *Neu-Caledonia* im Nordwesten, im Westen und Südosten von einem breiten Korallengurt umfaßt, der ein größeres Areal besitzt als diese doch sehr bedeutende Insel.

Zwischen dem nordöstlichen *Neuholland*, *Neu-Guinea* und *Neu-Caledonia* wuchern die Korallengebilde in solcher Ueppigkeit, daß die Seefahrer den von diesen Inseln eingeschlossenen Theil des großen Oceans mit Recht *Korallensee* genannt haben.

Ueberhaupt giebt es im stillen Meere nur sehr wenig größere Inseln, die nicht von Korallengebilden umgürtet wären, von den *Sundischen* Inseln an, bis nach *Taheiti*, in der Gruppe der *Gesellschaftsinseln*, und *Owahi*, unter den *Sandwich*-Inseln, und weiter.

Wenn man von den Korallengebilden im Allgemeinen spricht, so erstrecken sie sich *nordwärts*, im rothen Meere bis nahe 30° N. ¹⁾ und im offenen Ocean bis 28° 30' N., wo noch nordwestlich von dem Sandwichs-Archipel ein kleiner Atoll liegt. *Südwärts* ist der letzt bekannte Punkt die *Houtman's*-Untiefe (*Abrolhos*) an der Westküste von *Neu-Holland* unter 29° S.

In Richtung der Parallelkreise erstrecken sie sich

1) Nur an den Bermuden gehen, wie erwähnt, die Korallenbänke noch höher nach Norden.

von der Ostküste Afrika's bis hin zu der kleinen *Ducie-Insel*, unter etwa 123° W. von Greenwich.

Weiter östlich kommen die Korallengebilde nicht mehr vor. Die westlichen Küsten Amerika's sind eben so frei von ihnen als die Westküsten Afrika's. Auch gilt dasselbe von den Inseln an der Westseite des neuen Kontinents, z. B. von den *Gallopagos*-Inseln.

Man könnte diesen merkwürdigen Umstand vielleicht dem kalten Meeresstrom zuschreiben, der sich vom Feuerlande an, längs den Küsten Südamerika's, bis nach dem Aequator hinzieht, und wirklich hat bei den Gallopagos-Inseln das Meer an der Oberfläche, nach den Beobachtungen des Kapt. Fitz-Roy, nur eine mittlere Temperatur von 68° F., während es bei Otaheiti im Mittel um 9°,5 F. und in den Extremen sogar um 18° F. wärmer ist.

Allein die Korallengebilde fehlen auch im Golf von *Panama*, obwohl derselbe, nach A. v. Humboldt's Beobachtungen, einer der heißesten Meeresbezirke auf der ganzen Erde ist, und obwohl, wie schon erwähnt, auf der Ostseite dieses Isthmus, im westindischen Meere, noch unter nördlicheren Breiten diese Gebilde unter der Form von Bänken in reichlicher Fülle anzutreffen sind. Die völlige Abwesenheit der Korallenbänke und -Riffe an den Westküsten der beiden Kontinente, Amerika und Afrika, muß daher einen anderen Grund haben, als bloß die Temperatur-Verschiedenheit, zumal bekannt ist, wenigstens von der west-amerikanischen Küste, namentlich dem Golf von Panama, daß lebende Korallen vereinzelt daselbst vorkommen.

Beschaffenheit der Korallengebilde.

Die *Korallenbänke* oder *Küstenriffe* bieten in ihrer Structur nur wenig Umstände dar, die einer Erläuterung bedürfen. Ihr Vorkommen, ihre Ausdehnung und Ge-

staltung werden wesentlich bedingt durch die Neigung des Abhanges der Küste unter dem Wasserspiegel. Wo die Küste steil und sogleich sehr tief in's Meer hinabgeht, finden sich keine Korallenbänke, weil dann den Zoophyten für ihren Bau die nöthige Unterlage fehlt, und wo sie sehr flach in's Wasser einschiefert, verlieren die Bänke den Charakter einer Umsäumung, erscheinen als abgesonderte, unregelmäßig zerstreute Flecke, oft von bedeutendem Areal. So verhält es sich im *Persischen Meerbusen* und in einigen Theilen des *ostindischen Archipels*.

Von dem flachen Abfall der Küste in's Meer hängt es auch ab, daß die Korallenbänke häufig nicht unmittelbar an's Land anschließen, sondern erst in Abständen von einer halben und ganzen englischen Meile, und selbst darüber, auftreten. Sie bilden dann einen Damm, der den Gebilden der zweiten Art, den Korallenriffen, sehr ähnlich ist, sich aber doch von ihnen dadurch unterscheidet, daß der Kanal, der zwischen ihm und dem Lande bleibt, eine verhältnißmäßig nur geringe Tiefe hat, und mit Sandbänken und einzelnen Korallenstöcken erfüllt ist.

Dieses Verhältniß zeigt sich namentlich an der West- oder Leeseite von *Mauritius* (Bourbon). Die Korallenbank, welche diese Insel umgiebt, bleibt durchschnittlich eine halbe, an einigen Stellen gar zwei bis drei englische Meilen von der Küste, und gränzt einen Kanal ab, der nur an wenigen Punkten eine Tiefe von zehn bis zwölf Fufs besitzt, an den meisten so seicht ist, daß er, bei Vermeidung einzelner tiefer Löcher, zur Ebbezeit durchwatet werden kann. Diese Bank bietet auch die Erscheinung dar, daß sie, obwohl im Ganzen zusammenhängend und leidlich wohl begränzt, doch allemal dort unterbrochen ist, wo sich gegenüber ein Fluß in den Kanal ergießt, selbst wenn derselbe den größten Theil des Jahres hindurch austrocknet; offenbar eine Folge

des trüben, unreinen oder salzlosen Wassers, welches er in's Meer führt und die Zoophyten nicht lieben ¹⁾).

Die *Korallenriffe* haben mit den Bänken der letzteren Art viele Aehnlichkeit, aber der Kanal zwischen ihnen und dem Lande hat eine bei weitem grössere Breite und Tiefe. Das Riff an der Westseite von *Neu-Caledonia*, welches eine Länge von 400 engl. Meilen besitzt, nähert sich der Küste selten bis auf acht engl. Meilen; am südlichen Ende der Insel entfernt es sich sogar auf sechzehn solcher Meilen vom Lande. Das große *Australische Riff*, von nahe 1000 engl. Meilen, bleibt im Mittel 20 bis 30, und an einigen Stellen gar 50 bis 70 engl. Meilen von der Küste. Bei kleineren Inseln kommen die Riffe der Küste zwar näher, aber der trennende Kanal hat doch meistens eine bedeutende Tiefe. Bei *Ulietea* z. B. beträgt diese 48, bei *Vanikoro* 54 bis 56 Faden. Es sind indeß, wie wir weiterhin sehen werden, nicht die Dimensionen des Kanals allein, welche Hrn. Darwin veranlaßt haben, die Riffe von den Bänken zu unterscheiden.

Was nun die eigentlichen *Korallen-Inseln* betrifft, so bestehen sie der Hauptsache nach aus demselben Material wie die *Korallen-Bänke* und *-Riffe*, nämlich aus den kalkigen Knochengerüsten derjenigen Korallenthier, die man wohl Steinkorallen nennt, namentlich der Gattungen *Macandrina*, *Caryophyllia*, *Madrepora*, *Porites*, *Astraea*, besonders letzterer, und mehrerer anderen. In sofern unterscheiden sie sich also nicht von den übrigen Korallengebilden, aber in anderer Hinsicht weichen sie wesentlich von ihnen ab.

Während die Korallenbänke, wie erwähnt, in den tropischen Meeren beider Hemisphären vorkommen, fin-

1) Eine speciellere Schilderung der Beschaffenheit der Korallenbänke liefert Ehrenberg's Abhandlung über die im Rothen Meere. Siehe Annal. Bd. 41 S. 1 und 243.

den sich die Korallen-Inseln nicht allein blofs im indischen und stillen Ocean, sondern auch hier nur in gewissen Regionen. Einen anderen wesentlichen Unterschied bietet die Gestalt dar.

Die Korallen-Inseln erscheinen nicht in Gestalt von schmalen Dämmen, wie es die Korallenriffe, welche die Form der Küste copiren, meistens immer thun; aber sie erscheinen auch nicht unter der Form von runden oder länglichen Scheiben, wie man dies wohl glauben könnte, wenn man zum ersten Male hört, dafs die Korallenthierc durch den Anwuchs ihres Kalkgerüsts ganze Inseln zu bilden im Stande sind; vielmehr besitzen sie eine eigenthümliche, abnorme Gestalt, und eben dieses Umstandes wegen haben sie von der ersten Zeit an, da man sie kennen lernte, die Aufmerksamkeit der Seefahrer und Naturforscher im hohen Grade erregt.

Die eigentlichen Korallen-Inseln, d. h. diejenigen, die in ihrem sichtbaren Theil ganz das Werk von Zoophyten sind und hier zunächst betrachtet werden sollen, besitzen nämlich immer die Gestalt eines weiten Bogens, der sich mehr oder weniger einem Ringe nähert, freilich in sehr verschiedenen Graden der Regelmäßigkeit und Ausbildung.

Als normale Gestalt einer Korallen-Insel kann die genommen werden, welche, nach Kapt. Beechey's Beobachtung, das *Whitsunday* (Pfingstsontags) - *Eiland* im *Niedrigen-Archipel* darbietet. Ein flacher, ganz geschlossener und in Land verwandelter Ring von wenig länglicher Form, nach aufsen etwas erhöht und im Innern eine Lagune enthaltend. Solche regelmässige Inseln sind aber im Ganzen selten; sie finden sich nur unter den kleineren; *Whitsunday-Island* ist nur eine engl. Meile lang und eine halbe breit.

Gewöhnlich erscheint der Ring nur halb vollendet, oder ragt wenigstens nur mit einer Hälfte zum Wasser heraus. Oft ist der Ring wohl vollendet zu nennen, aber

doch nicht vollständig. Er ist an einigen Stellen, jedoch selten an mehr als zwei oder drei, unterbrochen, und zwar nur auf kurze Strecken, so daß dann der Ring ein System von kleinen, schmalen, gekrümmten Inseln darstellt, die im Kreise umherliegen, und einen kleinen Binnensee, die Lagune, einschließen.

In der Regel, doch nicht immer, ist dieser Ring oder Kranz an einer Seite ausgebildeter, zusammenhängender, breiter und höher als an der entgegengesetzten, und zwar liegt in der Tropenzone des großen Oceans, da wo die unter dem Namen der Passate bekannten, immerwährenden Ostwinde herrschen, diese ausgebildete Seite gen Osten, also an der Windseite.

Dagegen finden sich die Lücken in dem Ringe meistens, doch nicht immer, an der West- oder Leeseite. Diese Lücken haben eine Breite von 500, 1000 bis 1500 Fufs, aber nur eine geringe und sehr ungleiche Tiefe, so daß sie oft eine nicht gefahrlose Einfahrt in die innere Lagune darbieten.

Auch die Lagune ist, verglichen mit dem Meere, nur seicht zu nennen. Im *Niedrigen - Archipel* geht ihre Tiefe von 20 bis 38 Faden, in den *Carolinen* von 30 bis 35, in den *Malediven* bis nahe an 50. Sie ist also immer noch viel bedeutender als es die größten Schiffe verlangen, und daher finden diese, wenigstens gegen den Andrang der Wogen, hier einen sicheren Hafen, denn wenn auch draussen das Meer mit Heftigkeit tobt, bricht sich doch seine Wuth am Korallenriff, und im Innern der Lagune ist das Wasser still und spiegelglatt.

Die Gröfse und Gestalt der Lagune ist sehr verschieden. Bei Korallen-Inseln von mäfsiger Ausdehnung hält sie etwa eine deutsche Meile im Durchmesser. Die Breite des ringförmigen Riffs, welches die Lagune einschließt, ist auch nicht bedeutend, beträgt durchschnittlich etwa 1000 Fufs, nie über 2000. Das Areal eines solchen Riffs ist also nur klein. Nach Kapt. Lütke's

Angabe halten die 43 Korallenringe des *Carolinen-Archipels* noch nicht so viel Flächenraum als Petersburg mit seinen Vorstädten.

Der unmittelbare Bau der Korallenthier, der solchen Kranz von Riffen oder Eiländern schafft, erhebt sich nicht über die Oberfläche des Meeres, da die Thiere ausserhalb des Wassers nicht zu leben vermögen. Gerade die kräftigsten Korallen, welche am meisten zum Baue beitragen, Thiere, welche den Gattungen *Porites* und *Astraea* angehören, sterben schon nach kurzer Zeit ausserhalb des Wassers, besonders wenn sie von den Sonnenstrahlen getroffen werden. Sie sind darin empfindlicher als andere, die keine so wichtige Rolle bei dem Baue spielen, z. B. die *Nulliporen*, die vorzugsweise gedeihen, wo sie abwechselnd von den Wellen bespült und bloßgelegt werden. Diese finden sich daher fast nur am oberen Rand der äusseren Begrenzung einer Korallen-Insel, und bilden daselbst einen 1 bis 2 Fufs hohen Wulst.

Allein secundäre Ursachen haben später bewirkt, dafs diese Inseln eine gewisse, wenn gleich immer geringe Höhe über dem Meere bekommen haben.

Durch die Brandung des Meeres werden kleine und grofse Stücke von dem Korallengerüste losgerissen, ja oft wahre Blöcke von 6 Fufs Länge und 3 bis 4 Fufs Dicke; diese werden auf das Riff gewälzt. Dazu gesellen sich zerstückelte und zerriebene Muschelschalen, Fischknochen, Seethiergehäuse und erdige Substanzen, welche von den Wellen in die Zwischenräume der Korallenstöcke hineingespült werden, und unter dem Einflufs der brennend heifsen Sonne jener tropischen Regionen zu einer Breccie verkitten. Auch Baumstämme, Früchte, Saamen mancherlei Art führt das Meer heran. Letztere keimen, und die daraus entstandenen Pflanzen liefern durch ihr Absterben und Verwesen wiederum Dammerde für eine neue, kräftigere Vegetation. Dazu kommen See-

vögel und verirrte Landvögel; diese nisten, befruchten mit ihrem Dünger das dürre Land, und leisten so wiederum der Vegetation neuen Vorschub, bis dann endlich, um weiter mit A. v. Chamisso's poetischen Worten zu reden, auch der Mensch sich einstellt, seine Hütte auf dem fruchtbaren Boden aufschlägt, und sich Herrn und Besitzer dieser Welt nennt.

Auf solche Weise haben sich denn die Korallen-Inseln allmählig über das Wasser erhoben. Aber immer ist ihre Höhe nur gering; selten ragen sie zur Fluthzeit mehr als 6 bis 12 Fufs aus dem Wasser hervor, nur einzelne vom Winde zusammengewehte Hügel von Korallensand erreichen mitunter eine Höhe von 30 Fufs.

Eine natürliche Folge dieser Constitution ist, dafs es den niedrigen Inseln ganz an labenden Quellen fehlt. Sie alle bieten kein anderes Trinkwasser als Regenwasser, welches sich in den Vertiefungen des Bodens ansammelt, und wegen des geringen Areals dieser Inseln natürlich nur sehr spärlich vorkommen kann. Am bewohntesten sind noch die kleineren Korallen-Inseln. Hat nämlich das ringförmige Riff nur einen geringen Durchmesser, so besitzt auch die Lagune im Innern desselben nur eine unbedeutende Tiefe. Und dann pflegt es wohl zu geschehen, dafs sie durch das, was das Meer ohne Unterlass hineinspült, allmählig ganz ausgefüllt wird, oder wenigstens so weit, dafs in der Mitte nur noch ein unbedeutender Pfuhl übrig bleibt, der zugleich zur Ansammlung des Regenwassers dient.

Diefs ist in den Hauptzügen das Bild der Erscheinungen, welche die Korallen-Inseln unter den Tropen mitten im stillen und indischen Meere darbieten, da wo sie in weiter Ferne von den Küsten des Festlandes und hohen Inseln vorkommen. Betrachten wir nun die Einzelheiten derselben etwas näher.

Wie erwähnt, hat das ringförmige Riff bei vielen

dieser eine runde oder rundliche Gestalt. Dieß ist aber lange nicht bei allen der Fall; viele weichen von diesem Typus bedeutend ab, und zeigen eine sehr unregelmäßige Form.

So das *Bow-Island* im Niedrigen-Archipel. Es besteht aus einem Riff, das eine Lagune von 6 geogr. Meilen Länge und sehr verschiedener, bis 1 Meile gehender Breite einschließt, nur einen sehr engen Ausgang besitzt, und im Innern voller Untiefen, Klippen und Korallenstöcken ist. (Fig. 17 Taf. V.)

Mehre Inseln im *Marshall's Archipel* (*Radak- und Ralik-Gruppe*, von Kotzebue) haben ähnliche Gestalten und Dimensionen. Eine derselben, *Rimsky-Korsakoff*, ist nahe 11 geogr. Meilen lang und mißt an der breitesten Stelle 4 Meilen.

Eine noch auffallendere Gestalt hat *Mentschikoffs-Insel* in demselben Archipel. Sie besteht aus drei Korallenriffen von unregelmäßiger Gestalt, die durch gekrümmte Korallendämme mit einander verbunden sind, und zusammen eine Länge von 12 geogr. Meilen besitzen. (Fig. 16 Taf. V.)

Von noch größeren Dimensionen erweisen sich die ringförmigen Riffe in dem *Malediven-Archipel*. Eins derselben, mit dem Doppelnamen *Tilla dou Matte* und *Milla dou Madou*, ist 18 geogr. Meilen lang und $2\frac{1}{2}$ bis 4 Meilen breit.

Es giebt auch kleinere Korallen-Inseln, die zwar im Ganzen eine ziemlich regelmäßig runde Gestalt besitzen, aber an einer Seite mit einem vorspringenden Horne versehen sind. So die *Keeling-Insel*, im Indischen Meere.

Die horizontalen Dimensionen sind also ziemlich ungleich und mannigfach; dasselbe gilt bis zu einem gewissen Grade auch von den verticalen, obwohl diese immer sehr gering bleiben.

Als Norm in dieser Beziehung kann die von Hrn. Darwin speciell untersuchte *Keeling-* oder *Cocos-Insel*

im Indischen Oceane ($12^{\circ} 5' S.$ und $90^{\circ} 55' O.$ Grw.), dienen. Wenn man sich das Riff, welches den Hauptkörper desselben bildet, zur Ebbezeit im verticalen Durchschnitt denkt, würde es folgende Gestalt zeigen.



A bezeichnet den Meeresstand zur Ebbezeit, *B* den wulstförmigen Aufsenrand des Korallenrings, der, wie der flache Strand *C* bei der Fluth unter Wasser steht; *D* ist eine Stufe von Korallenbreccie, die zur Fluthzeit von den Wellen bespült wird; *E* Erhöhung, die nur bei Stürmen vom Meer erreicht wird, steil nach aufsen, sanft nach innen abfällt, und auch mit geringer Neigung in die Lagune *F* einschießt. Alles besteht aus todtten Korallengehäusen; die belebten fangen erst links von *B*, unter dem Wasser an, hauptsächlich aus *Porites* und *Astraea* bestehend, der Wulst *B* selbst aus *Nulliporen*. Das ganze aus dem Wasser hervorragende Riff mißt von *B* nach *F* wenig über 1650 engl. Fufs. Die verticalen Dimensionen sind, wegen ihrer Kleinheit, in übernatürlichem Verhältnifs vorgestellt.

Aus diesem Durchschnitt erhellt, dafs der erhöhte Theil der Insel, welcher zur Fluthzeit aus dem Wasser hervorragt, und das eigentliche *Land* bildet, welcher demnach auch allein bewohnt und mit Vegetation bekleidet ist, nicht den äufseren, sondern den inneren Theil des Riffs einnimmt und einen 2- bis 300 Fufs breiten Strand vor sich hat.

So verhält es sich im Ganzen bei allen Korallen-Inseln, doch aber treten in der Configuration dieses »Landes« einige Verschiedenheiten auf.

Bei einigen Inseln fehlt dasselbe gänzlich, entweder weil es nie vorhanden war, oder einstens weggespült wurde; so dafs sie also nichts sind als ringförmige Riffe, die zur Ebbezeit den Meeresspiegel erreichen. Zu die-

sen kann man auch die nicht unbeträchtliche Zahl derjenigen rechnen, welche selbst beim Ebbestand des Meers, also fortwährend, mehr oder weniger tief vom Wasser bedeckt bleiben.

Bei andern dagegen zieht sich das Land längs auf der ganzen Innenseite des Riffes fort, dergestalt, daß dasselbe einen einzigen ring- oder hufeisenförmigen Streifen bildet. Diefes ist gewöhnlich bei den kleineren Inseln der Fall, doch auch bei *Diego Garcia*, in der Chagos-Gruppe, obwohl diese Insel 13 engl. Meilen lang ist.

Gewöhnlich wird aber das Riff nur stellenweise vom Land bedeckt. Statt dann bei der Fluth entweder ganz zu verschwinden oder ganz unbedeckt zu bleiben, löst sich der Ring um diese Zeit in eine mehr oder weniger große Zahl von kleineren Eiländern auf, die an Gestalt sehr verschieden sind. Die Durchfahrten zwischen diesen Eiländern sind in der Regel seicht, nur für Böte zu passiren; sie unterscheiden sich dadurch von den Einschnitten in dem Riffe, die meistens für größere Schiffe zugänglich sind.

Indefs giebt es auch darin verschiedene Abstufungen. Je tiefer das ringförmige Riff unter Wasser liegt, je mehr verlieren natürlich jene Durchfahrten an Seichtigkeit. Und endlich tritt der Fall ein, wo aller merkbarer Unterschied zwischen den verschiedenen Durchfahrten verschwindet, wo nämlich, selbst beim Ebbestand des Meeres, das, was man Eine Korallen Insel nennen würde, in eine ganze Anzahl kleiner Inseln oder Eiländer aufgelöst bleibt.

Solcher Complex von Inseln, die auf gemeinschaftlicher submariner Basis stehen, ist es nun eigentlich, was die Bewohner des Indischen Oceans einen *Atoll* nennen. Englische und französische Schriftsteller haben diesen Namen zur Bezeichnung aller Korallen-Inseln angewandt, und das ist auch nicht zu tadeln; allein es verdient doch bemerkt zu werden, daß die Atolle der *Malediven* sich

in einigen Stücken von denen im australischen Ocean unterscheiden.

Der Archipel der *Malediven* (Maldiva), dessen genauere Kenntniss wir besonders der schönen Karte des Hydrographen der britisch-ostindischen Gesellschaft, Hrn. Horsburgh ¹⁾, so wie den späteren Aufnahmen vom Kapt. Moresby ²⁾ und Lt. Powell ³⁾ verdanken, stellt eine der ausgezeichnetsten Regionen von Korallen-Inseln dar.

Er erstreckt sich, bisweilen in doppelter Inselreihe, von 7° 6' N. bis 0° 40' S. fast in Richtung des Meridians, hat also eine Längen-Ausdehnung von über 100 geogr. Meilen bei einer Breite von etwa 10.

Im Norden wird er durch die *Lakediven* (*Laccadives*, *Lakeradeevh*) noch um vier volle Breitengrade fortgesetzt ⁴⁾, und im Süden durch die *Chagos*-Gruppe bis 8° S. ausgedehnt, so dass wir hier, wenn wir die freilich etwas breiten Meeresarme zwischen den drei Gruppen mitzählen, einen Gürtel von Korallen-Inseln haben, der sich meridianartig durch 20 Breitengrade hin erstreckt.

Die kleineren Atolle der Malediven unterscheiden sich nicht von denen der niedrigen Inselgruppen im stillen Ocean; die Abweichung findet sich erst bei den grösseren.

Diese nämlich zeigen nicht mehr ein zusammenhängendes Riff von Korallenfels, sondern bestehen aus einer Anzahl kleiner, vollständig getrennter Eiländer, die sich nur vermöge ihrer Nähe und gegenseitigen Lage als Glieder Eines Systems erweisen ⁵⁾.

1) *Journ. of the Geogr. Soc. Vol. II p. 72.* — Dasselbst auch Kapt. Owen, p. 81.

2) *Ibid. Vol. V p. 398.*

3) Darwin, p. 22.

4) Lt. Wood, *Journ. of the Geogr. Soc. Vol. VI p. 29.*

5) Wenn man angiebt, der Malediven-Archipel bestehe aus 12000 Inseln, so ist damit nicht die Zahl der Atolle gemeint, sondern eben

So der große Atoll, der im nördlichen Theil *Tilla-dou Matte* und im südlichen *Milla-dou-Madou* heisst. Letzterer zählt 101 Inseln, von denen 29 bewohnt sind; und der gesammte Inselkranz umschliesst eine Lagune von 88 engl. Meilen Länge und 20 solcher Meilen in der größten Breite.

Ein anderer, im Süden, *Suadiva* mit Namen, 44 engl. Meilen lang und 34 breit, zählt solchergestalt 42 für große Schiffe fahrbare Eingänge zu der inneren Lagune.

Bei den südlichen Atollen der Malediven haben die Inseln oder Stücke des Riffs zwischen diesen Einfahrten die gewöhnliche Structur, eine lineare Gestalt.

Allein die übrigen Atolle, namentlich die nördlichen, zeigen noch die Eigenthümlichkeit, dass die Stücke des großen Ringes wiederum ringförmig erscheinen oder Atolle im kleinen Maafsstabe vorstellen.

Von solcher Beschaffenheit ist z. B. der *Mahlos-Mahdoo-Atoll*. Alle größeren Eiländer desselben, welche die gemeinschaftliche Lagune umringen, sind wiederum kleine Atolle mit einer Lagune in der Mitte. Sie haben meistens eine längliche Gestalt, messen zuweilen 3 bis 5 engl. Meilen in Länge und 2 bis 3 in Breite, und die kleine Lagune in ihrer Mitte hat eine Tiefe von 5 bis 7 Faden, oft mehr. — Der *Horsburgh-Atoll* ist ebenfalls ein hufeisenförmiges Riff, worauf Inseln mit kleinen Lagunen.

Ja aus der Mitte der großen Lagune, in welcher sich bei den Atollen des stillen Oceans nur unregelmäßige Korallenriffe erheben, steigen in den Malediven eben solche kleinere Atolle mit eingeschlossenen Lagunen empor. Zwischen diesen kleineren Atollen und den größeren im indischen und stillen Meere ist kein ande-

die der kleineren Eiländer, aus denen die Atolle zusammengesetzt sind. Im gleichen Sinne ist die Bedeutung des Namens der ganzen Inselgruppe zu nehmen; er ist malabarisch, und aus *mal*, tausend oder unzählig, und *diva* Insel zusammengesetzt.

rer Unterschied als dafs die ersteren auf einer seichteren Basis stehen.

Unter den *Lakediven* und in der *Chagos-Gruppe* kommen solche Bildungen nicht mehr vor. Doch giebt es in der letzteren Gruppe mehre Atolle, die sich sowohl durch ihre bedeutende Gröfse, als durch die grofse Anzahl ihrer Einfahrten von den gewöhnlichen unterscheiden.

Ein solcher ist der *Peros-Banhos-Atoll*, dessen unregelmäfsig rundliches Riff eine Lagune von mehren geogr. Meilen Durchmesser einschließt, 12 Einfahrten zu denselben gestattet, und, obwohl er zum Theil unter Wasser liegt, auf seinem Rücken eine grofse Anzahl von Eiländern trägt.

Von ähnlicher Gestalt, nur noch von bedeutenderen Dimensionen ist die *Grofse Chagos-Bank*. Sie ist weiter nichts als ein Atoll, der ganz unter Wasser liegt. Durch sorgfältige Sondirungen hat man seine Gestalt vollständig ermittelt, eine unregelmäfsig länglichrunde. Er hat im Maximo etwa 30 engl. Meilen im Durchmesser. Seine Ränder liegen 4, 10 bis 15, und der Boden seiner Lagune, die voller unregelmäfsiger Korallengebilde ist, 40 bis 50 Faden unter dem Meeresspiegel.

Entstehung der Korallen-Inseln.

Das Bisherige wird genügen, um sich einen Begriff von der Configuration der eigentlichen Korallen-Inseln oder Atolle zu machen. Untersuchen wir jetzt, woher diese Gebilde ihre eigenthümliche Gestalt erhalten haben? Zur Beantwortung dieser Frage sind im Laufe der Zeit drei verschiedene Hypothesen aufgestellt.

Die älteste derselben verdanken wir unserem Landsmann J. R. Forster; er giebt sie in seinem Buche: *Bemerkungen auf einer Reise um die Welt*, S. 20 (Berlin 1783).

Forster ist der Ansicht, die Ringgestalt dieser Inseln sey der Ausdruck eines Naturtriebes der Korallen-

thiere, etwa dem ähnlich, wie er sich bei den Bienen in der regelmässig sechseckigen Form ihrer Zellen zu erkennen giebt. Er glaubt, die Korallenthiere wählten die Ringform instinctmässig zu ihrem Bau, um demselben gegen den Andrang der Wogen Halt und Festigkeit zu geben, und um ein Binnenwasser abzuschliessen, welches eine ruhige Wohnung darböte. Auch glaubt er, die Thiere führten ihren Bau aus unergründlichen Tiefen bis zur Oberfläche des Meeres herauf.

Diese Hypothese erwarb sich bei ihrem Erscheinen vielen Beifall, und ihr Ansehen schien um so fester begründet zu seyn, als auch später einerseits Kapt. Flinders und andererseits Peron, der Naturforscher auf der Expedition des Kapt. Baudin, gestützt auf zahlreiche Untersuchungen, ganz dieselbe Ansicht aussprachen; Peron sogar meinte, dass Inseln von der Grösse wie *Timor*, mit allen ihren Bergen, ganz allein das Werk der Korallenthiere seyen ¹⁾.

Nichts desto weniger ist keine Hypothese unhaltbarer als diese. Denn:

1) Lässt sie die Frage unbeantwortet, warum die ringförmigen Korallen-Inseln blofs in gewissen Gegenden des indischen und stillen Meeres vorkommen. Dieselben Genera, zum Theil dieselben Species finden sich im rothen Meere, an der Ostküste des tropischen Afrika's, bei Madagascar, im westindischen Meere u. s. w.; warum bauen sie dort nur Bänke und Riffe, keine Atolle?

2) Kann hier von einem Instincte gar nicht die Rede seyn, oder wenigstens wäre es ein Instinct ganz eigener Art, wie wir ihn sonst im ganzen Thierreiche nirgendwo wieder finden. Ein Atoll, selbst der kleineren Art, ist nämlich gar nicht, wie etwa ein Bienenstock, das Werk

1) Wie Peron hier zu weit ging, so schlugen andererseits Quoy und Gaimard später die Werke der Korallenthiere zu gering an, weil sie, wie Hr. D. zeigt, die Regionen der Atolle auf ihrer Reise zufälligerweise gar nicht berührten.

einer Gattung oder Art, sondern es bauen zugleich beträchtlich viele daran, aufserhalb: Poriten, Milleporen, Astraeen etc., die runde Massen von 4 bis 8 Fufs Länge und wenig geringerer Breite bilden, als Köpfe von 6 Fufs mächtigen, dicht zusammenstehenden Armen, — innerhalb: schwache dünnarmige Species vom Genus *Madrepora*, *Seriatopora* etc., auch wohl kleinere Arten von *Porites* u. a. Es wäre ein ganz sonderbarer Instinct, wenn eine Species oder ein Genus eine zärtliche Sorgfalt für die Erhaltung einer anderen Art oder einer andern Gattung zeigen sollte. Gerade das Gegentheil finden wir als Regel in der Natur. Ein Geschlecht sucht das andere zu vertilgen, oder von ihm zu zehren. Selbst die riffebauenden Korallen haben davon noch zu sagen. Grofse Schwärme von *Holothurien* und Fische zweier Arten von der Gattung *Scarus*, so wie *Myriaden* kleinen Gewürms nagen fortwährend an denselben und nähren sich auf Kosten ihrer.

3) Ist es auch gar nicht erwiesen; dafs die Korallen ein ruhiges Wasser lieben; im Gegentheil gedeihen sie am Besten im offenen, stets bewegten Meer, — wohl aus dem einfachen Grunde, weil dasselbe ihnen die meiste Nahrung zuführt, welche sie, wie alle an ihren Wohnsitz gebannten Thiere, nicht aus weiter Ferne holen können, sondern, gleich den Pflanzen, nur aus nächster Umgebung herzunehmen im Stande sind.

Eben deshalb finden sich wahrscheinlich die grofsen kräftigen Arten der Steinkorallen, die ohne Zweifel die meiste Nahrung gebrauchen, am äufseren Umring eines jeden Atolls ¹⁾, und eben deshalb gedeihen sie daselbst

1) Diese That hat A. v. Chamisso veranlafst, eine sehr einfach scheinende Ansicht von der Entstehung der Atolle auszusprechen. Weil nämlich die kräftigeren Korallenthiere den Wellenschlag lieben, so meint er, sey es natürlich, dafs bei einem von submariner Basis aufsteigenden Riff die Ränder zuerst die Meeresfläche erreichten und einen Ring bildeten (*Korzebue's Erste Reise*, Bd. III S. 331).

Gegen diese Ansicht bemerkt Hr. Darwin zunächst, dafs sie als

gerade an der Ostseite am Besten, weil sie hier, in Folge der Passate, den Strömungen und dem Wellenschlage des Meeres am stärksten ausgesetzt sind. Aus einem ähnlichen Grunde scheinen, wie noch neuerlich Elie de Beaumont bemerklich gemacht ¹⁾, die festsitzenden Thiere, z. B. Muscheln, in keiner größeren Tiefe vorzukommen, als bis wohin sich noch die Wellenbewegung der oberen Meeresschichten erstreckt. Das ist eine Tiefe von etwa 600 Fufs.

Wo die Winde abwechseln, ist auch die Ostseite der Atolle nicht mehr stets die ausgebildetere. Bei den *Rowley-Shoals*, an der Nordwest-Küste Australiens, wo abwechselnd Ost- und Westmonsoons herrschen, fand Kapt. King die Oeffnung eines Atolls (*Impérieuse*) an der

Basis des Korallenbaues immer das Daseyn einer flachen Bank voraussetze, denn wenn dieselbe konisch, wie eine Bergmasse, gestaltet wäre, würde kein Grund vorhanden seyn, warum die Korallen gerade von den Seiten, und nicht von den mittlichen und höchsten Theilen emporwachsen sollten. Dann ferner müsse, da die Lagunen der Atolle zuweilen mehr als 40 Faden tief seyen, angenommen werden, daß selbst in einer Tiefe, wohin keine Wellenbewegung mehr vordringe, die Korallen noch an den Rändern einer Bank kräftiger wüchsen als in der Mitte. Beide Annahmen entbehrten aber alles Beweises.

Hr. Darwin giebt indessen zu, daß wo die Korallen ihren Bau von einer vereinzelt flachen Bank aufführten, wohl ein Atoll-ähnliches Gebilde entstehen könnte, und er ist sogar der Meinung, daß im westindischen Meere ringförmige Korallenriffe dieser Art vorhanden seyen. Er unterscheidet jedoch solche Gebilde von den ächten Atollen, nicht minder wie das ringförmige Korallenriff, auf dessen einer Seite die Bermuda-Inseln liegen. Die Gestalt, die Structur und die Höhe dieser Inseln, welche letztere, nach Lt. Nelson's Beschreibung (*Geolog. Transact. Vol. V pt. 1 p. 108*), bis zu 260 Fufs geht, so wie andererseits die Oberfläche des Riffs und die außerordentlich geringe Neigung, mit der es in's Meer einschiefst, sind ihm hinreichende Gründe, die Bermuden nicht den wahren Atollen beizuzählen.

1) Annalen, Bd 57 S. 600.

Ostseite, die eines anderen (*Mermaid*) an der Westseite ¹⁾).

Etwas Analoges zeigt sich in den Malediven. Da wo dieser Archipel aus zwei parallelen Reihen von Atollen besteht, haben diese Atolle an den einander zugewandten Seiten die meisten Lücken oder Einfahrten, dagegen an den beiden abgewandten Seiten, obwohl sie bei der einen Reihe (*Ari, Nillandoo etc.*) gen Westen, und bei der andern (*Male, Phaleedoo, Moloque*) gen Osten liegt, die wenigsten Lücken und das stärkste Riff. Offenbar schützen sich hier die beiden Inselreihen abwechselnd gegen die Wirkung der Monsoons.

Wenn überhaupt die Korallenthiere oder wenigstens gewisse Arten derselben nicht der Gewalt der Wogen und Brandungen durch ihre Lebenskraft zu widerstehen vermöchten, so wäre gar nicht einzusehen, was denn dem ganzen Baue Halt und Festigkeit geben sollte. Man muß wohl erwägen, daß der ganze Unterbau eines Atolls an seiner Aufsenseite nicht aus einer todten Masse aufgemauert ist, sondern aus den starken kräftigen Gerüsten von Thieren, die während des Baues lebten, wenn sie auch jetzt zum Theil erstorben sind.

Andererseits ist durch mehrfache Beobachtungen sorgfältiger Naturforscher erwiesen, daß die Korallen in einem ruhigen, und besonders in einem trüben Wasser sehr wenig gedeihen. Und gerade in den Lagunen wird das Wasser nicht selten getrübt durch sogenannten Korallensand, d. h. durch feine Theilchen, welche die Meereswogen von der oberen todten Schicht des Korallenriffs ablösen und nach innen spülen. Daß dieß geschieht, geht daraus hervor, daß sich bei mehrfachen Sondirungen der Boden der Lagunen häufig als ganz horizontal und mit feinem Sediment ausgefüllt erwiesen hat. Auch hat man schon bisweilen aus den Oeffnungen der

1) Lyell, *Principles*, III, p. 292.

Atolle einen Striemen trüben Wassers in das Meer fließen gesehen.

4) Was endlich die Annahme betrifft, daß die Korallenthiere ihren Bau aus unergründlichen Tiefen bis zur Meeresfläche heraufführten, so entbehrt auch diese alles Beweises.

Es ist noch neuerlich von den HH. Quoy und Gaimard, den Naturforschern auf der Expedition unter Kapt. Duperrey, hervorgehoben worden, daß gerade diejenigen Genera von Korallenthieren, welche feste massige Knochengerüste haben (*Astræen*, *Caryophyllien*, *Mæandrinen*) sich durch sehr lebhaft brennende Farben auszeichnen, und daß sie gerade dieses Umstandes wegen, nach einem in der ganzen organischen Natur wiederkehrenden Gesetze, sehr des Einflusses von Licht bedürftig sind. In großer Tiefe des Meeres dringt aber wenig oder kein Licht, theils weil es an der Oberfläche, besonders an einer wellenschlagenden, reflectirt wird, theils weil der eingedrungene Theil in seinem Fortgang eine immer stärkere Absorption erleidet. Es läßt sich noch hinzusetzen, daß es diesen Thieren, die an ein tropisches Klima gewöhnt sind, in großer Tiefe auch eben so an der nöthigen Wärme fehlen würde, da wir wissen, daß selbst unter dem Aequator in einer Tiefe von 2000 Fufs keine höhere Temperatur als 4° R. herrscht.

Diese Ansichten werden durch directe Messungen bestätigt, wiewohl die Angaben wegen der Schwierigkeit, lebende Thiere heraufzuholen, nicht ganz die gewünschte Sicherheit und Allgemeinheit haben.

Nur in wenigen Fällen sind lebende Korallenthiere aus beträchtlicher Tiefe heraufgebracht worden. So von Quoy und Gaimard eine *Retepora* beim Kap der guten Hoffnung, 34° S., aus 100 Faden Tiefe, von Peyssonel an der Küste der Barbarei, 33° N., ein *Coralium* aus 120 Faden Tiefe, nach Beechey's Angabe, bei den Abrolhos an der Küste von Brasilien, 18° S.,

eine *Gorgonia* aus 160 Faden, und von Darwin eine kleine *Cellaria*, beim Keeling-Atoll, 12° S., aus 190° engl. Faden Tiefe.

Aber diefs sind auch die Extreme, und die heraufgeholten Thiere gehören nicht den grofsen riffbauenden an. Diese letzteren, die hier allein in Betracht kommen, hat man bisher, im lebenden Zustande, immer nur in verhältnifsmäfsig geringen Tiefen angetroffen.

Quoy und Gaimard glauben sogar, dafs *Astraea*, nach ihrer Ansicht vorzugsweise das riffbildende Genus, in keiner gröfseren Tiefe als 25 bis 30 Fufs lebe, und Ehrenberg schliesst aus seinen Erfahrungen, dafs im Rothen Meere die lebenden Korallenriffe nicht tiefer als 6 bis 9 Faden hinabreichen. Allein diefs sind wohl Folgen der sehr flach in's Meer einschiefsenden Küste. Kapt. Moresby sowohl als Lt. Wellstead fanden in den nördlicheren Theilen des Rothen Meers in einer Tiefe von 25 Faden ausgedehnte Bänke lebender Korallen, zwischen welchen sich häufig ihre Anker verwickelten. Darwin sah an der Küste von Mauritius lebende *Astracæen* in 16 Faden und *Madreporen* in 20 Faden Tiefe; und so noch mehrere andere Beobachter.

Im Allgemeinen hat man die riffbauenden Genera in keiner gröfseren Tiefe als 25 bis 30 Faden angetroffen; dann folgten meistens Sandbänke oder todte Korallenmassen. Sehr vieles hängt dabei von der Form der Abhänge und davon ab, in wiefern sie durch Meeresströmungen frei von Sedimenten gehalten werden.

Alle diese Betrachtungen und Beobachtungen machen die Forster'sche Hypothese völlig unhaltbar, und haben deshalb schon vor einigen Decennien eine davon abweichende Ansicht hervorgerufen, die allerdings nicht so nahe liegenden Einwürfen ausgesetzt ist, vielmehr Mauch's ganz gut zu erklären scheint.

Gestützt auf diese Thatfache des häufigen Vorkommens vulkanischer Inseln im Südmeer, so wie anderer-

seits, geleitet von der äusseren Aehnlichkeit der ringförmigen Korallen-Inseln mit dem Umrisse eines Kraterrandes, ist man auf die Idee gekommen, die Form dieser Inseln möge wohl bedingt seyn durch submarine Vulkane, auf deren Ränder die Thiere ihren Bau angelegt und bis zur Meeresfläche erhöht hätten.

Diese Ansicht, nach welcher also ein Atoll nichts weiter wäre, als der durch die Korallenthiere bis zum Wasserspiegel aufgemauerte Rand eines untermeerischen Kraters wurde zuerst von dem verstorbenen Steffens aufgestellt ¹⁾, und später auch von dem englischen Geographen Barrow ausgesprochen ²⁾. Sie gewann an Ansehen, seit ein fleissiger Beobachter der Korallen-Inseln, der Kapt. Beechey, und einer der ausgezeichnetsten Geologen Englands, Hr. Charles Lyell, sich beifällig über sie äusserten.

Auch Ehrenberg's Beobachtungen an den Küsten des Rothen Meeres konnten in gewisser Beziehung als eine Stütze dieser Ansicht betrachtet werden, in sofern er durch sie zu dem Resultat gelangte, dafs, wenigstens dort, die Korallenriffe sich nur durch das Wachsen individueller Korallenstücke vergröfsern, dafs, so wenig wir einen Wald auf dem andern wachsen sehen, es auch nicht in der Natur dieser Zoophyten liege, ihre Stöcke oder Gerüste auf einander zu thürmen, dafs höchstens eine zweite oder dritte Generation auf den Gerüsten abgestorbener Individuen Wurzel schlagen, und dafs die dadurch entstandenen Massen keine gröfsere Höhe erreichen, als unter günstigen Umständen auch von einem einzelnen Korallenstocke erreicht werden könne, etwa 9 bis 15 Fufs, dafs endlich, wenigstens an den Küsten von Kontinenten und gröfseren Inseln, schon die obersten Korallenstämme mit ihrem Fufs auf unorganischem Felsen ruhen ³⁾.

1) Hoffmann's physikal. Geographie, Bd. I S. 133.

2) Annalen, Bd. 24 S. 106.

3) Annalen, Bd. 41 S. 251.

Wenn diese Verhältnisse auf die Korallengebilde des indischen Oceans Anwendung fänden, würden die ringförmigen Inseln offenbar viel an Interesse verlieren, denn wir hätten in ihnen nichts zu erblicken als bloße Incrustationen submariner Felsen, die in der Hauptsache schon die Ringgestalt besitzen müßten, welche uns in den Atollen entgegentritt. Die Möglichkeit dazu wird nicht geläugnet werden können; nur fragt es sich, ob die Annahme solcher Kratere auch in anderer Beziehung den Erscheinungen genüge, und hier ist es, wo sich Schwierigkeiten darbieten, die selbst von den Anhängern der Kraterhypothese nicht verhehlt werden.

1) So zunächst die Gröfse verschiedener Korallen-Inseln. Wo auf der Erde fänden sich wohl Kratere von der Gröfse einiger Atolle der Malediven, die bis 90 engl. Meilen in Länge und 10 bis 20 in Breite hatten; das wären ja Kratere wie die Ringgebirge des Mondes.

Freilich sind es nur die Malediven, welche Korallenringe von dieser außerordentlichen Gröfse aufzuweisen haben, und ausnahmsweise könnte man vielleicht solche riesenhafte Kratere schon zugeben, zumal, nach E. de Beaumont's Bemerkung, eine benachbarte Insel, Ceylon nämlich, eine Art Ringgebirge aufzuweisen hat ¹⁾. Aber dieses Ringgebirge ist doch kein vulkanischer Kra-

1) *Annal. des sciences naturell. T. XXII p. 88*, auch *Compt. rend. T. XVII p. 1203*. — Abgerechnet den nördlichen Theil von Trincomalee und Negombo bis Jaffnapatam stellt die Insel einen Kreis dar, in dessen Mitte sich ein ringförmiges Gebirge erhebt, das von allen Seiten des Umfangs nach innen aufsteigt und einen gedrückten Kegel darstellt. Alle von diesem Gebirge nach innen gerichteten Zweige erreichen das Centrum nicht, sondern endigen in einem kreisrunden Grat, welcher die Mitte der Insel in einen Abstand von 3,5 Myriametern (5 geogr. Meilen) umgiebt, und einen Trichter bildet, der mit der Caldera eines Erhebungskraters (*Annal. Bd. 10 S. 5*) Aehnlichkeit hat. Diese also etwa 7 Myriameter im Durchmesser haltende Caldera, auf welcher unter andern der Adams-Pic (6152 Fufs engl.) liegt, übertrifft an Gröfse manches der Ringgebirge des Mondes (*Ann. Bd. 59 S. 483*).

ter und liefert also keinen Beweis für das Daseyn solcher unter dem Meere.

2) Ein anderer Einwurf liegt in der Gestalt vieler der Atolle. Bei weitem nicht alle sind so rund wie sie nach der Kraterhypothese seyn sollten. Viele, die zwar rundlich sind, haben eckige Vorsprünge; andere sind sehr in die Länge gezogen, und noch andere erweisen sich ganz unregelmäßig gestaltet. Wo träfen wir wohl Kratere von der Gestalt des *Bow-Atoll*, im Niedrigen Archipel, der fünf Mal so lang als breit ist (Taf. V Fig. 17) oder von der des *Mentschikoff-Atoll*, in der Marshall's-Gruppe, der in einer gekrümmten Linie von 60 engl. Meilen Länge ein drei Mal unregelmäßig verschlungenes Riff darstellt (Taf. V Fig. 16).

3) Ein dritter Grund läßt sich von der Verbreitung der Korallen-Inseln im indischen und stillen Meere hernehmen. Wenn man von einigen vereinzelt liegenden Atollen absieht, so sind es nur zwei, aber sehr ausgedehnte Regionen, in welchen diese Gebilde vorkommen:

a) im Indischen Ocean, die Region der *Lakediven*, *Malediven* und *Chagos*, die fast genau von *N* nach *S* streicht, und, wenn man die Zwischenräume mitzählt, eine Ausdehnung von 20 Breitengraden oder 300 geogr. Meilen besitzt;

b) im Stillen Meere eine Region, die sich in einem weiten Bogen von den *Carolinen*, über die *Marshall's* und *Gilbert's-Gruppe* bis zum *Niedrigen Archipel* hinzieht. In den Carolinen und der Marshall's-Gruppe einerseits, und in dem Niedrigen Archipel andererseits sind die Atolle am dicksten gesäet, und diese beiden elliptisch geformten Centra werden durch eine locker stehende Reihe solcher Gebilde mit einander verbunden. Dieser Gürtel hat eine Ausdehnung von etwa 1000 geogr. Meilen, und in seiner ganzen Erstreckung finden sich nichts als Atolle oder niedrige Inseln, die sich wenige Fulse über die Oberfläche des Meeres erheben.

Nun

Nun wissen wir, und das kann unbedenklich als Thatsache angenommen werden, daß die riffebauenden Korallenthier in keiner großen Tiefe leben können, etwa bis 200 Fufs. Angenommen selbst, sie vermöchten noch in 600 Fufs Tiefe zu leben, es ständen also die vorausgesetzten Kraterränder 600 Fufs unter der Meeresfläche.

Wie unwahrscheinlich ist es nun, sagt Hr. Darwin, daß in einem Vulkan-Gürtel von 1000 geogr. Meilen Länge so viele hunderte von Krateren aufsteigen sollten, deren Höhe sämtlich zwischen Gränzen von nur 600 Fufs Abstand eingeschlossen wäre, von denen nicht einer (wie es wirklich der Fall ist) zur Meeresfläche herausragte. Eine solche Gleichförmigkeit in der Höhe der Gipfel finden wir auf der Erde nicht einmal bei Gebirgen von 50 Meilen, geschweige denn bei einem von 1000.

Man könnte freilich einwerfen: nur die höchsten Gipfel des angenommenen Vulkangürtels reichten bis in jene schmale Zone; aber dann müßte man, um bei der Wahrscheinlichkeit zu bleiben, noch viele Hunderte von Krateren mehr unterhalb dieser Zone voraussetzen. Immer würde es höchst auffallend bleiben, daß in dem ganzen Gürtel nicht ein einziger Krater zum Wasser herausragte, und das um so mehr, wenn es wahr wäre, daß die Korallenriffe die submarinen Felsen nur bis zu der geringen Dicke von 10 bis 15 Fufs incrustirten.

Man kann noch hinzufügen, daß, wiewohl nach allen Beobachtungen die riffebauenden Korallenthier in keiner größeren Tiefe als 150 bis 200 Fufs zu leben vermögen, sie doch im abgestorbenen Zustande sowohl an der Außenseite der Atolle, als in submarinen, ganz todtten Riffen in viel bedeutenderer Tiefe angetroffen werden. Auf welche Weise kamen sie in diese Tiefe?

Diese und ähnliche Betrachtungen haben Hrn. Darwin veranlaßt auch die Kraterhypothese zu verwerfen, und dafür eine andere Ansicht aufzustellen, die sich schon

dadurch empfiehlt, daß sie auf Korallengebilde aller Art gleichmäÙig anwendbar ist.

Außer den Atollen, den niedrigen ringförmigen Inseln, die, ihrem sichtbaren Theile nach, ganz das Werk der Korallenthierc sind, giebt es nämlich noch eine zahlreiche Klasse hiehergehöri ger Inseln, die unorganische Felsen zum Kerne haben, aber von einem mehr oder weniger breiten Korallenriffe umgürtet sind. Diese Inseln finden sich auf der Karte, Taf. III, durch eine hellblaue Farbe bezeichnet.

Zu ihnen gehören vornehmlich die *Gesellschafts-* (*Societäts-*) *Inseln*, die, obwohl von Atollen fast umringt, doch beinah sämmtlich vulkanischer Natur sind, und nur in gewissem Abstände von Korallenriffen eingeschlossen werden. Namentlich gilt dies von *Taheiti*, das auf allen Seiten von einem sehr unregelmäßigen Korallengürtel umgeben ist.

In diesem Archipel, wie eben bei *Taheiti*, hat der Kanal zwischen den Inseln und den Korallenriffen meistens eine Breite von 1 bis 3 engl. Meilen und eine Tiefe von 3 bis 30 Faden. Er ist am Boden mit Sediment von zerriebener Korallenmasse gefüllt und hat flach einschiefende Ufer, auch auf Seite der Inseln, da diese, obwohl im Innern aus vulkanischem Gestein bestehend, doch ringsum in einer Breite von 1 bis 4 engl. Meilen mit aufgeschwemmtem Land umsäumt sind.

Zuweilen ist aber auch dieser Lagunenkanal tiefer; so mißt er bei *Ulietea* (Gesellschafts-Archipel), nach Cook, 48 Faden, bei *Vanikoro* (St. Cruz-Gruppe) 54 bis 56 Faden. Dann hat der Gürtel jäh hinabgehende Ufer, sowohl nach innen als nach außen. Bei *Vanikoro* tauchen die Ufer zwar anfangs flach in's Wasser, schießen aber dann plötzlich wie eine Mauer in die Tiefe. Auch außerhalb hat man sowohl hier als bei der *Gambier-Insel* und *Maurua* (Gesellschafts-Archipel) schon in geringem Abstand von dem Riff mit 1200 Fuß kei-

nen Grund erreicht, dem ähnlich, was Kapt. Kent am Riff von *Neu-Caledonia* erfuhr, wo er in einem Abstände von zwei Schiffslängen mit 900 Fufs nicht auf den Boden kam.

Im Ganzen unterscheiden sich die Kanäle nicht von den Lagunen der Atolle. Manchmal sind sie frei von Sandbänken und kleineren Korallenriffen, manchmal aber mit beiden reichlich versehen. Einige halten sich, trotz des Sediments, das hineingespült wird, fortdauernd rein und tief, während andere allmählig versanden, und dadurch die umschlossene Insel nach und nach ganz unzugänglich machen. Letzteres ist der Fall bei *Maurua*.

Eben so sind die Korallengürtel der höheren Inseln nicht wesentlich verschieden von den ringförmigen Riffen der Atolle, sowohl hinsichtlich ihrer Gestalt, als hinsichtlich der Thiere, deren Werk sie sind.

Zuweilen stellen sie, bis auf eine einzige Oeffnung, ein Continuum dar, z. B. bei *Maurua* und *Bolabola* (Gesellschafts-Archipel); in anderen Fällen haben sie mehrere Eingänge, z. B. bei *Rajatea* (ebendasselbst). Meistens liegen die Lücken des Riffs wohl auch hier auf der Lee-seite, doch nicht immer; vielmehr zeigt sich häufig, dafs sie gegenüberliegenden Thälern der Hauptinsel entsprechen.

Manchmal erscheinen die Gürtel als blofse Dämme ohne Erhabenheiten, wie bei *Taheiti*; manchmal tragen sie kleine Eiländer auf ihrem Rücken, z. B. bei *Maurua* und *Bolabola*.

Mitunter schliesst der Korallengürtel seine Insel nur theilweis ein, so bei *Vanikoro*; in anderen Fällen dagegen umfasst er mehr als eine Insel, z. B. bei *Rajatea* zwei, bei *Hogoleu* (Carolinen) fünf gröfsere und einige kleinere, bei der *Gambier*-Gruppe sechs, von denen zwei ziemlich beträchtlich. In Fällen, wie diese, wo eine ganze Inselgruppe eingeschlossen ist, hat der Korallengürtel einen sehr bedeutenden Umfang, und der Kanal nimmt die Gestalt einer Lagune oder Binnensee an. Bei

Hogoleu hält er 46 engl. Meilen im größten Durchmesser. Auch bei einzelnen Inseln ist er bisweilen von beträchtlichen Dimensionen; bei Taheiti mißt seine Längsaxe 36 engl. Meilen, dagegen bei *Maurua* nur zwei.

So verschieden an Zahl und Gröfse, so verschieden auch an Höhe sind die von Korallenriffen umschlossenen Inseln. *Manouai* (unter den *Cooks-* oder *Harvey-Inseln*) erhebt sich bis 50 Fufs, *Aitutaki* (ebendasselbst) bis 360, *Maurua* bis 800, die *Gambier-Insel* bis 1246, *Vanikoro* bis 3000, *Bolabola* bis 1426 und *Taheiti* bis 7000. Die meisten dieser Inseln bestehen aus älteren vulkanischen Massen, doch nicht alle, *Aitutaki* aus Kalkstein, und die *Comoro-Inseln*, zwischen Afrika und *Madagascar*, die auch zu dieser Klasse von Korallen-Inseln gehören, meistens aus Urfels, wie *Neu-Caledonia*, wo übrigens, bei *Neu-Guinea*, *Neu-Holland* u. s. w. das Riff im Wesentlichen ganz den Charakter des hier besprochenen Gürtels besitzt.

Nicht alle höheren Inseln inmitten der Südsee erweisen sich von solchen abstehenden Korallenriffen umringt; mehre derselben, die eben deshalb auf der Karte (Taf. III) mit röthlicher Farbe bezeichnet sind, haben nur einen an die Küste anschließenden Saum von Korallenbänken. So die *Sandwichs-Inseln* (namentlich *Owaihi*), die *Freundschafts-Inseln* und die *Marianen*.

Einige wenige endlich sind ganz frei von regelmäßigen Korallenbänken und -Riffen, obwohl es an vereinzelten Korallenstöcken keineswegs bei ihnen fehlt. Diefs Verhältnifs, wahrscheinlich eine Folge der sogleich sehr jäh in's Meer hinabgehenden Küste, findet sich bei der *Pitcairn-Insel*, der *Aurora-Insel* (120 engl. Meilen nordöstlich von *Taheiti*) und bei den Gliedern der *Mendana-* oder *Marquesas-Gruppe*.

Darwin's Theorie.

Nach allen diesen Thatsachen geht nun Hr. D. zur Aufstellung seiner Ansicht von den Korallengebilden über, die er etwa durch folgende Argumentation einleitet.

Wir haben unzweideutige Beweise, dafs, selbst noch in neuerer Zeit, Inseln aus dem Meere emporstiegen, Küsten, ja ganze Länder, gehoben wurden, sey es ruckweise, bei Erdbeben, wie z. B. die Küste von *Chili*, oder, nach und nach, ganz unmerklich, wie der nördliche Theil von *Schweden* ¹⁾). Warum sollte nicht auch ein Sinken grofser Flächenräume des Erdbodens möglich seyn?

Wir können hinzusetzen, dafs diefs bereits für verschiedene Gegenden mehr oder weniger gut nachgewiesen

- 1) Ein ziemlich vollständiges Verzeichnifs der bis jetzt bekannten Hebungen giebt der so eben erschienene Registerband d. *Annal.* S. 186. — Dem ist noch hinzuzusetzen ein Fall, der neuerlich durch die im J. 1840 von den Engländern, unter Komd. Halsted und Lt. Volloth, ausgeführte nautische Vermessung der Küste von *Arracan* bekannt geworden ist. Es ist dadurch eine Hebungslinie nachgewiesen, die NWgN. nach SOgS. laufend eine Ausdehnung von 25 geogr. Meilen besitzt, und in der Verlängerung derjenigen liegt, die schon L. v. Buch in seiner Karte von den sundischen Vulkanen (*Annal.* Bd. X Taf. IV) über *Sumatra* bis *Barren-Inland* zog. Sie umfaßt auch das kleine Eiland *Narcondam* und die Insel *Tscheduba* (*Cheduba*), die wegen ihrer Schlammvulcane, von denen die vier gröfseren zum Theil bis 1000 emporsteigen, auch auf der Karte des Hrn. Darwin (Taf. III) durch einen zinnberrothen Fleck bezeichnet ist. Seit der Mitte des siebzehnten Jahrhunderts haben drei von Erdbeben begleitete Hebungen stattgefunden, die sich durch die entstandenen Strände noch jetzt deutlich nachweisen lassen, sowohl an der Küste von *Arracau*, als an der von *Tschebuda* und einer kleinen Insel in ihrer Nähe, *Reguain* mit Namen, von der *Berghaus* in s. physik. Atlas (Lief. IX) ein Kärtchen geliefert hat, welches ihren früheren, und ihren gegenwärtigen, durch die Hebung so vergrößerten Umfang deutlich vor Augen legt. Trotz der Hebung ist *Reguain* nur ein flaches Eiland, daher es auch die Engländer *Flat-Island* nennen, hat aber doch in seiner Mitte einen 90 Fuß hohen vulkanischen Ausbruchkegel.

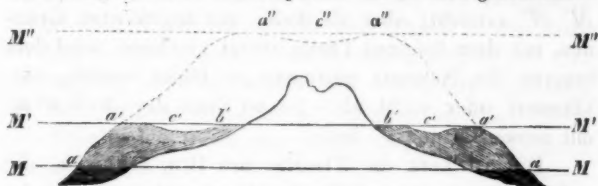
ist, z. B. für solche, welche Schauplatz heftiger Erdbeben waren ¹⁾, und dann für die Westküste von *Grönland* (Ann. Bd. 37 S. 446), für einen Theil des südlichen *Schwedens* (Ann. Bd. 42 S. 472), für die Küste von *Dalmatien* (Ann. Bd. 43 S. 361), von *Syrien* und *Kleinasien* (Ann. Bd. 52 S. 188). Und im Allgemeinen, wenn man nicht ein fortwährendes Aufblähen des Erdkörpers gestatten will, sind Heben und Sinken zwei einander so nothwendig bedingende Processe, daß man nicht füglich von dem einen sprechen kann, ohne nicht auch den andern einzuräumen.

Nun, wenn wir dieses zugeben, wenn wir annehmen, daß eine weit ausgedehnte Region der Australischen Welt im Sinken begriffen war und es noch ist, so verschwinden mit einem Male alle Schwierigkeiten, die sich bisher in der Erklärung der Korallen-Inseln darboten, und alle so verschiedenen Formen der Korallen-

- 1) Eine der merkwürdigsten Wirkungen in dieser Beziehung übte das große Erdbeben, welches am 16. Juni 1819 die Provinz *Kutch* (Catch) im Indus-Delta heimsuchte und die Hauptstadt *Bluj* (Bhooj) mit ihrer vom Sultan Ahmed erbauten, 450 Jahre alten Moschee in einen Schutthaufen verwandelte. Es wurde nämlich ein zu beiden Seiten des östlichen Indusarmes gelegener Landstrich von 80 geogr. Quadratmeilen Fläche durch Senkung des Bodens innerhalb weniger Stunden in einen See verwandelt, und das Bett dieses Flußarms, den man zuvor bei *Luckput* zur Ebbezeit durchwaten konnte, vertiefte sich so, daß es bei Ebbe achtzehn Fuß Wasser hielt. Das Fort Sindree auf einer Insel im Fluß versank bis zu den Spitzen der Mauern. Gleichzeitig, da diese Senkungen stattfanden, hob sich etwa eine geogr. Meile nördlich von Sindree ein Landstrich, der in Form eines von Ost nach Westen laufenden Damms quer über den östlichen Indusarm setzte, und eine Länge von 10 geogr. Meilen besaß. Die Einwohner gaben ihm den Namen *Ullah-Bund*, *Gottesdamm*, zur Unterscheidung von den künstlichen Dämmen im Indusdelta. Lyell, aus dessen *Principles of Geology* diese Notiz genommen, hat noch mehrere dergleichen Nachrichten gesammelt, die sich meistens auch in dem bekannten Werke des verewigten v. Hoff befinden.

gebilde erweisen sich als nothwendige Folgen eines und desselben Vorgangs.

Denken wir uns nämlich eine Insel, gleichviel von welchem Material, nur unter tropischem Himmel liegend, und mit so flach abfallenden Küsten, daß Korallenthier eine sichere Unterlage für ihren Bau an ihr finden. Das Meer mag sie bis MM bespülen. Was wird geschehen?



Offenbar werden die Thiere den untermeerischen Fuß der Küste, so weit es ihnen zusagt, mit ihren Stöcken bekleiden, und diese in die Höhe führen, bis sie den Wasserspiegel erreichen. So haben wir also eine *Korallenbank* aa , welche ringsum den Strand der Küste dicht umschließt.

Nun nehme man an, die Insel werde einem langsamen Sinken unterworfen, so daß der Meeresspiegel allmählig bis $M' M'$ steige. Die Folge davon wird seyn, daß die Thiere ihren Bau von der einmal gegründeten Unterlage aus weiter aufmauern; allein da der Bau schon eine beträchtliche Breite hat und die Außenseite besonders kräftigen Thierspecies gedeihlich ist, so wird er nicht gleichmäßig in die Höhe steigen; er wird in einem äußeren Ring $a' a'$ zuerst den Wasserspiegel erreichen, und der innere Theil $c' c'$ wird, wenn er auch nicht ganz abstirbt, doch verkrüppeln, vom Wasser bedeckt bleiben, und im günstigen Fall am Strande $b' b'$ zu einer neuen Bank Veranlassung geben. So haben wir die *Erscheinungen der Gesellschafts-Inseln*, ein *Riff* oder einen *Gürtel* $a' a'$ aus Korallenstöcken, der die Insel in einigem Abstand ringförmig umgibt, einen Lagunenkanal

$c'c'$, und am Strande eine Bank $b'b'$, die zuweilen auch nicht fehlt.

Endlich nehme man an, der Proceß des Sinkens gehe bis zum gänzlichen Untertauchen der Insel fort. Was daraus entsteht, ist aus dem Bisherigen schon abzunehmen. Der Korallenbau wird wieder begonnen und fortgesetzt werden, bis er aufs Neue den Meeresspiegel $M''M''$ erreicht; aber da dieß, aus angeführten Gründen, mit dem äußeren Theile zuerst geschieht, wird dem inneren die Nahrung entzogen; er bleibt zurück, verkümmert oder stirbt ab. So ist denn der Atoll $a''a''$ mit seiner Lagune c'' fertig.

Das ist kurz die Theorie des Hrn. Darwin, die auf die Bänke und Riffe der Continente eine gleiche Anwendung findet. Wenn man sie mit den Erscheinungen bei den Korallengebilden vergleicht, muß man gestehen, daß sie über manche Schwierigkeit glücklich hinwegführt, an deren Erklärung die früheren Theorien scheiterten.

Betrachten wir zunächst die Tiefe der Korallenbaue, welche allem Anscheine nach häufig weit größer ist, als die, in der die riffebauenden Thiere noch zu leben vermögen. Beim *Keeling-Atoll* (oder *Kokos-Insel*, $12^{\circ}5'$ S. und $90^{\circ}55'$ O.) z. B. konnte Kapt. Fitz-Roy, nur 2200 Yards von der Brandung entfernt, selbst mit 7200 Fufs keinen Grund mehr finden. Nach der Kraterhypothese könnten höchstens die obersten 200 Fufs dieses Kegels aus Korallenmasse bestehen; nach Darwin dagegen würde diese, wenigstens als äußere Bekleidung, in viel größere Tiefe hinabreichen können, da die Thiere nicht dort gelebt zu haben brauchen, wo man jetzt ihre Ueberreste antrifft. Das häufige Vorkommen todter Riffe und Atolle in beträchtlicher Tiefe unter dem Meeresspiegel, wovon unter andern die Chagos-Gruppe, noch außer der großen Bank daselbst, mehrere Beispiele liefert, bietet dieser Theorie ebenfalls nicht die geringste Schwierigkeit dar.

Ferner erklären sich nach ihr alle die der Kratertheorie so entgegenstehende Umstände in der Gestalt und Gröfse mehrer Atolle mit Leichtigkeit. Nach Darwin kann wohl ein Vulkan durch seinen Kraterrand zu einem Atolle Gelegenheit geben, aber er braucht es nicht nothwendig, hat ihn sogar in den meisten Fällen nicht veranlaßt; vielmehr sind es die Umrisse von Inseln und Bergen irgend welcher Art, die den Grund zu den Atollen legen, und darum finden dieselben sich in der Gestaltung der letzteren wieder vor. Dafs die Kreisform bei den Atollen so häufig ist, würde von einer durch den Korallenbau bewirkten Abgleichung dieser Umrisse herzuleiten seyn.

Hr. Darwin begnügt sich in dieser Hinsicht nicht mit dem Allgemeinen, sondern sucht seine Theorie bei Specialitäten des Korallenbaues zu rechtfertigen, z. B. bei den stufenförmigen Absätzen, die sich oft sowohl in- als auswendig an den submarinen Abhängen der Atolle finden, und die er durch ein ruckweises Sinken erklärt, bei mehren Eigenthümlichkeiten der Malediven u. s. w.; doch wir wollen ihn in diese Details nicht folgen, und dagegen einen Einwurf beleuchten, dessen Entfernung er selbst mit Recht als sehr wichtig für seine Theorie erkennt.

Dieser Einwurf geht aus der Frage über den *Wachsthum* der Korallenriffe hervor. Wir schilderten vorhin die Entstehung einer Koralleninsel, wie nach dem Bericht eines Augenzeugen; das war aber ein blofses Bild, aus den Erscheinungen abstrahirt. Kein menschliches Auge hat je einem solchen Vorgang mit beigewohnt. Wie sie jetzt sind die Korallen-Inseln, so waren sie im Allgemeinen vor dritthalb hundert Jahren, da die Europäer sie zu beachten anfangen. So fragt es sich denn wohl: haben wir Beweise, dafs das Wachsen der Korallenriffe mit einer für die Darwin'sche Hypothese erforderlichen Schnelligkeit geschieht.

Bekanntlich lauten Ehrenberg's Erfahrungen vom

Rothen Meere in dieser Beziehung nicht günstig; nach ihnen ist dort keine Insel im Wachsen, alle sind im Abnehmen begriffen, und die Klagen der Küstenbewohner über fortdauerndes Zuwachsen der Häfen haben hauptsächlich ihren Grund in einem Versanden. Ehrenberg selbst sah Blöcke von *Maeandra* und *Favia* von solcher Gröfse und Beschaffenheit, dafs er glaubt, ihr Alter könne leicht bis zu Pharaos Zeiten hinaufreichen ¹⁾.

Herr Darwin kennt die Beobachtungen Ehrenberg's; er fügt ihnen sogar noch ähnliche hinzu. So berichtet er, nach Lyell, dafs es auf den *Bermuden* Korallenblöcke gebe, die durch Tradition seit Jahrhunderten bekannt sind, und dem ähnlich fügt er aus *Cout-houy's Remarks upon Coral Formations etc. (Boston 1842)* hinzu, dafs zu *Upolu*, einer der Schiffer-Inseln, gewisse Korallenblöcke, wegen ihrer Gröfse und abentheuerlichen Gestalt, mit darauf bezüglichen Eigennamen belegt worden sind. Er führt ferner an, dafs Kapt. Beechey das *Delphin-Riff* zu *Taheiti* noch genau in dem Zustande angetroffen, in welchem es 67 Jahre früher von James Cook gesehen wurde, und dafs Kapt. Lütke bei dem *Ouluthy-Atolle*, in den Carolinen, die nämliche Erfahrung gemacht, indem er auf jedes Eiland desselben noch vollkommen die hundert Jahre zuvor von Cantova gelieferte Beschreibung passend fand.

Defsungeachtet glaubt Hr. D. in diesen Thatsachen keinen Einwand gegen seine Theorie erblicken zu dürfen. Wir wissen, meint er und wohl mit Recht, noch viel zu wenig von den zum Wachsen der Korallenstöcke erforderlichen Bedingungen, als das wir schon zu beurtheilen vermöchten, welche Umstände dasselbe begünstigen und welche es unterdrücken; es gebe in diesem Bezuge Erscheinungen, die bis jetzt völlig unerklärlich seyen.

Er verweist hier namentlich auf die *Malediven* und die *Chagos-Gruppe*. Im Innern der Lagunen dieser

1) Annalen, Bd. 41 S. 254.

Atolle finden sich, aufser unregelmäßig gestalteten Korallenriffen, wahre Säulen oder Pfeiler (*Knolls*), die durchaus keinen felsigen Kern vermuthen lassen, sondern, allem Anscheine nach, ganz und gar, wie sichtlich aufserhalb, aus Korallenstücke bestehen, die bis 100 Yards im Durchmesser halten, und sich mit senkrechten Wänden aus einer Tiefe von 250 bis 300 Fufs erheben. Ihr Daseyn ist, nach Hrn. D., zuvörderst ein Beweis, daß die Korallenthiere wirklich Massen von dieser Dicke oder Höhe zu schaffen im Stande sind; allein sie bieten noch andere bemerkenswerthe Umstände dar.

Während sie nämlich in den Lagunen der großen südlichen Malediven-Atolle, welche mit ihnen und anders gestalteten Korallenriffen dick besäet sind, fast ohne Ausnahme bis zum Meeresspiegel emporsteigen, erreichen sie diesen in der Chagos-Gruppe fast nie, und doch sind sie hier obenauf mit einer zwei bis drei Fufs starken Schicht gesunder und luxuriös lebender Korallenstücke bedeckt.

Besonders merkwürdig in dieser Gruppe, in welcher sich nur der *Salomon-* und der *Egmonts-Atoll* den Malediven ähnlich verhalten, ist der *Diego-Garcia-Atoll*. Er besitzt eine bedeutende Gröfse, und, was dabei sich selten zeigt, sein Ring ist ganz in Land verwandelt, noch dazu von beträchtlicher Breite, über eine halbe engl. Meile. Nach Kapt. Moresby hat sich dieser Atoll in einer geraumen Zeit nicht verändert, denn er fand denselben noch ganz in dem Zustand, wie ihn 80 Jahre alte französische Karten darstellen. Defsungeachtet erreicht nicht einer der vielen und mit lebenden Thieren besetzten Korallenpfeiler im Innern der nur seichten Lagune die Höhe des Atolls; alle bleiben mehre Faden unter dem Wasserspiegel.

Aehnlich verhält es sich mit dem umfangreichen *Peros-Banhos-Atoll*, dessen Lagune sehr tief ist, und auch zum Theil mit der *Großen Chagos-Bank*. Diese

letztere, die, wie schon S. 583 erwähnt wurde, nichts ist als ein unter Wasser liegender Atoll, besteht ganz aus todter Korallenmasse; aber nichts destoweniger erheben sich aus ihrer Lagune lebende Korallenpfeiler in beträchtlicher Anzahl, und zwar alle bis zu gleichem Niveau mit ihrem äusseren, höchsten Rande, der 4 bis 10 Faden vom Wasser bedeckt bleibt.

Warum wuchsen nun die Pfeiler in der Chagos-Gruppe nicht bis zum Meeresspiegel, wie es doch so unzählig viele in den Malediven thaten, welche jetzt zur Ebbezeit blofs liegen und deshalb abgestorben sind? Ohne leere Vermuthungen läfst sich darauf wohl nur antworten, dafs zum merklichen Wachsen der Korallengebilde Bedingungen erforderlich sind, die wir noch nicht hinlänglich kennen. Das scheinen auch überhaupt die submarinen todten Riffe und Atolle zu beweisen; denn wenn das Wachsen immer geschähe, wo wir es nach unserer Einsicht für möglich halten müssen, würden diese offenbar gar nicht in so beträchtlicher Zahl vorhanden seyn können ¹⁾.

Hr. D. zweifelt übrigens nicht, dafs die Korallenthiere unter günstigen Umständen Massen von bedeutender Höhe auf einander thürmen können. Als Beweis dafür nimmt er eben die erwähnten Pfeiler und die ringförmigen Riffe einiger Inseln, z. B. Vanikoro, die mit senkrechten Wänden an 300 Fufs hinuntergehen. Bestimmteren Aufschluss darüber würden wir durch zweckmässige Bohrversuche erhalten können; die bis jetzt an-

1) Es giebt auch submarine, nicht abgestorbene Korallengebilde von gröfserer Ausdehnung. Ringsum manche intertropische Inseln, z. B. die *Philippinen* und die *Abrolhos*, an der Küste von Brasilien, ist der Meeresboden gänzlich bekleidet mit Korallengebilden, die, obwohl von bedeutender Gröfse, doch die Oberfläche nicht erreichen und keine eigentlichen Riffe bilden. Diefs mufs, wie Hr. D. meint, entweder einem unzulänglichen Wachsthum oder der Abwesenheit starker, dem Wellenschlage widerstehender Thiere zugeschrieben werden.

gestellten sind noch sehr ungenügend gewesen. Auf den *Malediven* bohrte Kapt. Moresby 26 Fufs, und auf dem *Bow-Atoll* Kapt. Belcher 45 Fufs tief. Bei beiden Versuchen, die durch Abbrechen oder Steckenbleiben des Bohrers unterbrochen wurden, kam man nicht zur Korallenmasse heraus.

Hr. D. hat sich mehrfach bemüht, Beweise für das merkliche Wachsen der Korallengebilde aufzusuchen, und glaubt in der That solche gefunden zu haben.

Eine Klasse derselben entnimmt er von den Veränderungen, die mit verschiedenen Korallen-Inseln vorgegangen sind. So ist er der Meinung, die schon Cook aussprach, dafs der *Christmas-Atoll* (Weihnachts-Insel) wirklich durch Wachsen von aussen im Zunehmen begriffen sey; er schliesst dies aus der ungewöhnlichen, an 3 engl. Meilen betragenden Breite seines Ringes, aus der ganzen Beschaffenheit desselben, und aus der äusserst geringen Neigung, mit der er in's Wasser einschiefst. Dann nennt er den *Mathilda-Atoll*, im Niedrigen Archipel, gegenwärtig eine Lagunen-Insel von 14 engl. Meilen Länge, und auf der einen Seite mit hohen Bäumen bewachsen; sie war, nach Kapt. Beechey's Angabe, vor 45 Jahren ein blofses Riff, welches das Schiffsvolk mit dem Wrak eines Wallfischfängers verglich. Ferner beruft er sich auf den Lt. Prentice, nach welchem ein Riff in einem der Malediven-Atolle, das wenige Jahre zuvor noch Kokosbäume trug, zu seiner Zeit »ganz mit lebenden Korallen und Madreporen bedeckt war.« Endlich erwähnt er aus eigener Ansicht, dafs auf dem *Keeling-Atoll* die Eiländer des Riffs gegenwärtig länger sind, als sie auf einer alten Karte dargestellt werden, mehre derselben sich auch zu einer einzigen vereinigt haben.

Von diesem Atoll bringt er überdies eine Thatsache bei, die besonders sprechend seyn würde. Zehn Jahre vor ihm hatten die Bewohner der Insel einen Schoo-

ner gebaut, und um denselben von der Lagune in das Meer zu bringen, waren sie genöthigt gewesen, mit Brech-eisen einen Kanal durch die Südostseite des Riffs zu machen; als nun er die Insel besuchte, war dieser Kanal durch lebende Korallen fast gänzlich wieder ausgefüllt.

Zu der anderen Klasse von Beweisen gehört zunächst eine Thatsache, die Hr. D. aus einer Handschrift des Dr. Allan von *Forres* entlehnte. Um das Wachsen der Korallen zu ermitteln, heisst es in dieser, wurden zu *Foul-Point* (an der Küste von Madagascar, 17° 40' S.) zwanzig Korallenspecies von einem Riffe abgenommen und einzeln in eine Sandbank verpflanzt, *drei Fufs unter dem niedrigsten Wasserstand*. Jeder Klumpen wog zehn Pfund, und wurde an seiner Stelle durch Stangen bezeichnet. Aehnliche Massen wurden in einem Haufen zusammenlegt. Diefs geschah im December 1830. Im Juli des folgenden Jahres war jede der einzelnen Massen im Niveau des Ebbestands, ganz unbeweglich und mehre Fufs lang, sich streckend, wie das Mutterriff, mit den Küstenstrom von Nord nach Süd. Die zusammengehäuften Massen hatten sich ebenfalls vergrößert, doch, nach den Species, in so ungleichen Verhältnissen, dafs sie wie übereinander gewachsen waren. Später erfuhr Hr. D. vom Dr. Allan, dessen Sammlungen leider durch Schiffbruch verloren gingen, dafs es, so weit er sich erinnerte, eine *Madrepore* gewesen war, die am kräftigsten wuchs.

Lt. Wellstead, durch seine Reisen in Oman rühmlichst bekannt ¹⁾, berichtete Hrn. D., dafs ein Schiff im persischen Meerbusen seinen Kupferbeschlag im Laufe von 20 Monaten mit einer *zwei Fufs* dicken Korallenschicht bekleidet sah, die später, bei Ausbesserung des Schiffs auf den Docks nur mit grofser Mühe loszubereichen war.

1) Annalen, Bd. 51 S. 167.

Aehnliche Angaben finden sich von Hrn. Stuchbury gesammelt. Ein Schiff, das vor 50 Jahren bei der Insel *Taaopoto*, im Südmeer, strandete, und währenddessen in 7 Faden Tiefe unter Wasser gelegen, hatte zwar noch seine Form behalten, war aber ganz mit Korallen incrustirt. Dasselbe weiß man von Ankern, die jahrelang in See gelegen hatten, während sie in anderen Fällen sich ganz frei von solchen Incrustationen erhielten. Hr. Darwin fügt aus seiner Erfahrung hinzu, daß der Anker des *Beagle*, des Schiffs, mit dem er die Reise um die Welt machte, innerhalb eines Monats zu Rio-Janeiro mit einer so dicken Schicht zweier Tubularien-Arten bekleidet ward, daß das Eisen auf große Strecken ganz versteckt war ¹⁾.

Aus allen diesen Thatsachen schließt Hr. Darwin, daß das Wachsen der Korallengebilde wirklich in wahrnehmbarer Weise geschehen könne, sobald nur die Bedingungen günstig dazu seyen, und als eine solche günstige Bedingung betrachtet er gerade das Sinken einer Küste oder Insel, während er andererseits meint, daß da, wo das Niveau sich nicht verändert, durch das Ineindergreifen der Stücke und durch ähnliche Ursachen nach

- 1) Hr. Stuchbury hat ein $2\frac{3}{4}$ Pfund schweres Exemplar von *Agaricia* beschrieben, welche eine anscheinend nicht mehr als zwei Jahre alte Muschel fast vollständig umhüllte. Allein Hr. D. bemerkt dazu, es sey nicht gesagt, ob die Muschel beim Auffinden dieses Korallenstocks gelebt habe; nur im bejahenden Falle könne die Thatsache etwas beweisen. Eben so wenig, setzt er hinzu, lasse sich aus der von Beechey auf der *Gambier-Insel* gemachten Beobachtung der Ueberwachsung einer lebenden *Chamas gigas* mit Korallen in solcher Weise, daß sie kaum ihren Mund öffnen konnte, einen Schluß auf die Geschwindigkeit des Wachstums der Korallen ziehen, da es eine Gewohnheit der *Chamas gigas* sey, sowohl jung als alt, in Höhlungen zu leben, die es dann mit seinem Wachsthum vergrößere. Er habe auf dem Keeling-Atoll diese Muschel häufig in dem äußersten, flachen und todtten Korallenrand eben so eingekittet gefunden, und Lesson bemerke von ihr, daß sie stets ihre Valven ganz in die Madreporienmasse eingrabe.

gewisser Zeit ein Stillstand im Wachsen eintreten müsse. Uebrigens komme es bei der in Rede stehenden Frage sehr wenig auf die Zahl der Jahre an.

Natürlich hat Hr. D. nicht unterlassen für das von ihm supponirte Sinken der Inseln noch andere Beweise aufzusuchen, als er in den Korallengebilden zu sehen glaubt. Allein seine Bemühungen in dieser Hinsicht sind nicht sehr ergiebig gewesen, was auch nicht Wunder nehmen darf, wenn man erwägt, wie kurz die Zeit ist, seit Europäer die niedrigen Inseln mit Aufmerksamkeit beobachten. Es giebt allerdings Anzeigen und Nachrichten von mannigfachen Veränderungen, die mit diesen Inseln vorgegangen sind, aber für den beabsichtigten Zweck sind sehr wenige entscheidend darunter. Wir wollen sie hier indeß kurz erwähnen.

Whitsunday-Island wird vom Kapt. Wallis als 4 engl. Meilen lang und 3 breit beschrieben; jetzt ist es nur eine lang und eine halbe breit. Von *Gloucester-Island* gilt, nach Kapt. Beechey, Aehnliches. Das *Blenheim-Riff*, in der Chagos-Gruppe, ist ein in den Wellen liegendes ringförmiges Riff von 13 engl. Meilen Umfang mit einigen wenigen Haufen Korallenconglomerat darauf, und einer nur 10 Faden tiefen Lagune innerhalb. Moeresby betrachtet es als die Ueberreste eines Atolls, der durch Stürme und Brandung fortgerissen. Schon 1605 äußerten die Bewohner der Malediven gegen Pyrard de Laval, daß ihre Inseln durch solche Ursachen fortdauernd verringert würden. Von Fortreisen der Inseln erzählt Kotzebue aus dem Marshall- und Carolinen-Archipel zwei Beispiele, und im letzteren hat sich dasselbe, nach Desmolin's, noch ganz neuerlich wieder mit zwei Inseln zugetragen. Stuchbury erzählt, daß der *Chain-Atoll*, im Niedrigen Archipel, 1825 an seiner Westseite durch einen Orkan vollständig zerstört wurde, und 300 Menschen dabei umkamen; zugleich war das Meer in heftiger Aufregung,
und,

und, wie schon die Einwohner glaubten, nicht bloß in Folge des Orkans; es muß also wohl ein Erdbeben mitgewirkt haben.

In der That bleiben die Korallen-Inseln nicht von Erdbeben verschont. In der Chagos-Gruppe sind sie, nach Moresby, sogar häufig, obwohl nicht heftig. Eben so kommen sie, nach Chamisso, im Marshall- und im Carolinen-Archipel vor. Auf *Oulleay-Atoll*, im letzteren Archipel, beobachtete Kapt. Lütke mehrere gerade Spalten, etwa einen Fuß breit und einige hundert Yards lang, die in schiefer Richtung quer über das Riff hinwegliefen. Auch der *Keeling-Atoll* erlitt im J. 1834, zwei Jahre bevor ihn Hr. Darwin besuchte, ein schweres Erdbeben, und hatte zehn Jahre früher deren zwei leichtere empfunden. Aus verschiedenen Erscheinungen, z. B. aus dem Standpunkte alter Stümpfe von Kokosbäumen dicht am Strande, wo jetzt keine mehr stehen, aus den Pfosten einer Hütte, die gegenwärtig von jeder Fluth bespült werden, u. s. w., schließt Hr. D., daß die Insel bei diesem Erdbeben eine Senkung erfuhr, während er andererseits bemerkt zu haben glaubt, daß sie durch das Wachsen des Korallenriffs sich nach aufsen vergrößere. *Vanikoro* ist ebenfalls mehreren Erdbeben ausgesetzt gewesen, und den tiefen, von allen Sediment und Korallenriffen freien Lagunenkanal sieht Hr. D. als Beweis an, daß die Insel noch nicht lange in ihrem jetzigen Niveau gelegen, wie denn auch der Chevallier Dillon, der sie untersuchte, meint, sie sey ganz neuer Formation. Endlich würde noch das von einem Korallenriff umgürtete *Pouynipète*, in dem Carolinen-Archipel, ein Beispiel von Senkung darbieten. Es giebt daselbst einen Ort, Namens *Tamen*, den man gegenwärtig nur zu Boote erreichen kann; dort finden sich die Ueberreste eines Dorfs (*town*), wo die Brandung bis an die Schwellen der Hütten reicht.

So schwer und vereinzelt sich dergleichen Senkun-

gen nachweisen lassen, so zahlreich und offen liegen Beispiele vor, wo Korallen-Inseln gehoben wurden. Sie finden sich namentlich im Süden des Niedrigen-Archipels; einige derselben mögen hier erwähnt seyn.

Elisabeth- oder Henderson - Insel ($24^{\circ} 2' S.$ und $128^{\circ} 18' W.$ Grw.), 5 engl. Meilen lang und 1 Meile breit, besteht, nach Kapt. Beechey, ganz aus todter Korallenmasse, die einen löcherigen, aber compacten Fels bildet. Sie ist oben ganz flach, ragt 80 Fufs aus dem Wasser, und hat senkrechte, durch die Unterwaschungen des Meeres sogar überhängende Seitenwände. An ihrem Fusse ist sie von Korallenbänken umgeben (daher auch auf Taf. III roth colorirt), während diese Bänke an der benachbarten *Pitcairn*-Insel ganz fehlen.

Mangaja, eine von den Cooks- oder Austral-Inseln, südwestlich von der Societäts-Gruppe, stellt ebenfalls einen gehobenen Atoll dar. Sie ist 300 Fufs hoch, hat eine wagerechte Oberfläche und in der Mitte eine Vertiefung, offenbar die frühere Lagune, aus der zerstreute Korallenfelsen bis 40 Fufs emporsteigen.

Aurora - Insel, 120 engl. Meilen nordöstlich von *Otaheiti*, ist eine tafelförmige, 200 Fufs hohe Korallenmasse, die zu zwei verschiedenen Perioden gehoben wurde, da sie in der Mitte ihrer Höhe eine horizontale, tief eingefressene Wasserlinie zeigt. Sie ist am Fusse ohne Korallenbänke.

Auf den *Gesellschafts-Inseln*, namentlich auf *Otaheiti*, hat Hr. D. keine Spur von gehobenen Korallenmassen finden können, obwohl es von Stuchbury angegeben worden; allein der *Freundschafts-Archipel* liefert mehr unzweifelhafte Beispiele von emporgestiegenen Atollen. So das an einigen Stellen bis 100 Fufs hohe *Tongatabu*, das 2- bis 300 Fufs hohe *E-ua*, ferner *Vavao* und *Anamuka*. Alle bestehen aus todter Korallenmasse, und das letztere birgt in seiner Mitte sogar noch eine Lagune von Salzwasser, anderthalb engl.

Meilen im Durchmesser, die nicht mit dem Meere zusammenhängt und von einer erhöhten Bank umschlossen wird. Auch das 40 Fufs hohe *Savage-Island*, südöstlich von diesem Archipel, ist ähnlich beschaffen, und zeigt Spuren einer früheren Lagune, nicht minder wie *Manua*, unter den Schiffer-Inseln.

Alle diese Hebungen widersprechen natürlich Hrn. Darwin nicht, da ihnen ganz füglich Senkungen vorausgegangen seyn können, und solche Oscillationen des Bodens auch in der That schon von viel näheren und genauer untersuchten Punkten mehrfach bekannt sind ¹⁾.

Wenn man die Gesammtheit der bisher aufgezählten Thatsachen nochmals überblickt, so muß man allerdings zugeben, daß die Darwin'sche Theorie aufser den Korallengebilden, deren Entstehung eben durch sie erklärt werden soll, noch wenig anderweitige sichere Beweise für sich aufzustellen vermag. In sofern fällt sie also noch in's Reich der Hypothesen. Allein, wenn man erwägt, daß sie sich nur auf eine Annahme stützt, die für andere Fälle längst in der Geologie zur Thatsache erhoben wurde ²⁾, wenn man sieht, auf eine wie einfache Weise sie dadurch die verschiedenen Korallengebilde mit einander verknüpft, ihre Entstehung erklärt, und dabei Schwierigkeiten aus dem Wege räumt, an denen die früheren Erklärungen gänzlich scheiterten, so

1) Wir erinnern nur an den Serapis-Tempel bei *Pozzuoli*, und den minder bekannten Fall bei *Södertelje* in Schweden (*Annal.* Bd. 38 S. 75).

2) Schon in der ersten Ausgabe seiner *Principles of Geology* fühlte Lyell die Nothwendigkeit; Senkungen im Gebiete des australischen Oceans vorauszusetzen; obwohl er selbst später noch hinsichtlich der Korallen-Inseln bei der Kraterhypothese stehen blieb, und darauf hinwies, wie Java, wenn es unter dem Meere läge, durch seine vielen Vulkane zu einer solchen Inselgruppe Anlaß geben könnte.

kann man sicher nicht umhin, ihr einen bedeutenden Grad von Wahrscheinlichkeit beizulegen.

Die Größe des Areals, für welche sie eine Senkung annimmt, kann wohl keinen Einwand gegen sie liefern, da man längst gewohnt ist, eben so große Flächenräume, ja ganze Kontinente, als durch Hebung entstanden zu betrachten, und aus gleichem Grunde kann keine Schwierigkeit daraus erwachsen, daß sie diese Senkung in einer geologisch neuen Periode geschehen lassen muß.

Bei näherer Betrachtung der Gebiete, für welche Versinkungen angenommen werden, muß sich die Wahrscheinlichkeit für sie sogar erhöhen; denn es ergibt sich, daß diese Gebiete nicht bunt durcheinanderliegen, sondern gewisse Zonen bilden, die zu andern, welche man als in Hebung begriffen ansieht, in einer bestimmten Beziehung stehen.

So ist die Zone der westaustralischen Vulkanreihe, die von den Sundischen Inseln aus, durch Neu-Guinea, Neu-Britannien, Neu-Irland, die Salomons-Inseln und die Neu-Hebriden bis nach Neu-Seeland hin einen weiten Bogen um die Küsten von Neu-Holland schlägt, und noch durch St. Cruz und die Freundschafts-Inseln hin einen östlichen Arm auszusenden scheint, zu beiden Seiten eingefasst von Zonen, in denen die Korallengebilde auf eine Senkung deuten, und eine völlige Abwesenheit von Vulkanen herrscht. Innerhalb dieses Bogens ¹⁾ finden sich das große Australische Riff und die nicht min-

1) Daß dieser durch seine Vulkane ausgezeichnete Bogen auch vielfache Beweise von Hebungen aufzuzeigen habe, wird von Hrn D. speciell belegt. Von Neu-Seeland sind die Nachrichten noch unsicher, und von St. Cruz und den Salomons-Inseln fehlen sie ganz, aber an den Küsten der Neu-Hebriden, von Neu-Irland, Neu-Guinea, Borneo, Java, Sumatra, den Philippinen u. s. w. finden sich Korallen- und Seemuschel-Schichten von neuerer Formation in beträchtlicher Höhe (100 bis 200 Fuß) über dem Meer. Auf der östlichen, durch die Freundschaftsinseln gehenden Abzweigung dieses Bogens liegen die S. 610 erwähnten gehobenen Atolle.

der ausgedehnten Riffe von Louisiade und Neu-Caledonia; außerhalb die weiten Fluren des Carolinen-, Marshalls-, Gilberts- und Niedrigen-Archipels mit ihrem unzählbaren Heere von Atollen. Ja es ist nicht zu verkennen, daß auf diese Zone der Senkung wiederum eine der Hebung folgt, welche durch die Marianen- und Sandwich-Inseln mit ihren Vulkanen, wiewohl nur unvollständig, angedeutet wird ¹⁾. Ein Blick auf die Karte (Taf. III), auf welcher eben deshalb auch die thätigen Vulkane angegeben sind, wird diese Verhältnisse anschaulich machen.

Auch für die meridianartige Zone der Malediven lassen sich solche, obwohl minder deutlich ausgesprochene Beziehungen nachweisen ²⁾, und auch sie ist durch gänzlichen Mangel an Vulkanen ausgezeichnet.

Wenn Hrn. Darwin's Theorie sich fernerweitig bestätigt, so erlangen die Korallengebilde offenbar für die Geologie und physikalische Geographie ein hohes Interesse, denn sie werden zu Wahrzeichen, die erkennen lassen,

1) Auf allen Sandwichs-Inseln finden sich Muschelbänke und Korallenriffe hoch über dem Meeresspiegel, so namentlich in Owaihi (Hawaii), Owahu, Nihau, Maui, Morokai und Tauai. Owahu ist, nach dem Dr. Pierce, noch gegenwärtig in fortdauernder Hebung begriffen. Die Marianen, namentlich Guam, Rota, Tinian, Saypan, bestehen, nach Chamisso, wie nach Quoy und Gaimard, aus madreporigen Kalkstein, und zeigen an ihrer Küste mehre hoch liegende Strandlinien. *Fais*, in der Verlängerung der Marianen, ist ein 90 Fufs hoher gehobener Atoll.

1) Nach John Davy hat sich, selbst seit Menschengedenken, das Meer an verschiedenen Stellen der Küste von Ceylon zurückgezogen. An der Westküste von Indien, nordwärts Ceylon, hat Dr. Benza Bänke von Seemuscheln 3 bis 4 engl. Meilen weit vom Strande gefunden. Eben solche Anzeigen von Hebung zeigen Maurilius, das nördliche Madagascar, die Ostküste von Afrika, die Küsten des Rothen Meers, zu beiden Seiten (nur mit Ausnahme einer Strecke in der Mitte an der ägyptischen, wo ein Sinken stattzufinden scheint), die Südküste von Arabien u. s. w., also ringsum den Archipel der Lakediven, Malediven und Chagos.

in wiefern eine Küste der tropischen Regionen ihren Standpunkt gegen das Meer behauptet oder nicht. Wo die Küste stationär bleibt, oder äußerst langsam sinkt oder auch im Steigen begriffen ist, da werden die Korallenthierc ihre Bauten unfern dem Ufer aufführen und *Bänke* bilden; wo sie im Gegentheil sinkt oder gesunken ist, nur nicht rascher als die Zoophyten nachzuwachsen vermögen, da werden diese Bauten in weitem Abstand von ihr als *Riffe* aus dem Wasser tauchen, sie werden Inseln ringförmig umschließen, und diese zuletzt, wenn sie zu sinken fortfahren, in *Atolle* verwandeln. So gedeutet, bezeichnen die rothen und blauen Farben der Karte (Taf. III) unstreitig einen wichtigen Vorgang auf unserer Erdoberfläche.

Mag auch die neue Theorie noch Bedenklichkeiten darbieten und in ihrer Anwendung manchen Unsicherheiten unterworfen seyn, so viel steht doch fest: es ist durch sie für künftige Beobachtungen ein leitender Gesichtspunkt gewonnen, dessen Verfolgung jedenfalls nur zur Erweiterung unserer Kenntniß der Korallen-Inseln führen kann. P.

IX. *Ueber die Regenerhältnisse in Basel und Mülhausen; von Peter Merian.*

(Aus den Verhandl. der naturf. Gesellsch. zu Basel. Bericht VI S. 25.)

Die Zusammenstellung der Menge des atmosphärischen Wassers, welche in verschiedenen Gegenden des ebenen mittleren Europas niederfällt (s. Kämtz, Meteorologie, I, S. 447 u. ff. Vorlesungen über Meteorol. S. 174) haben zu dem Resultate geführt, daß im Allgemeinen die jährlich niederfallende Wassermasse abnimmt, je weiter wir uns von den Küsten entfernen. So erreicht das Wasser, welches an der Westküste Englands im Laufe

des Jahrs herabfällt, eine Höhe von 35 Par. Zoll; an der Ostküste und im Innern dieses Landes bloß 24 Zoll. An der Küste von Frankreich und Holland beträgt die Wassermenge 25 Zoll, im Innern beider 24 Zoll, auf den Ebenen Deutschlands 20 Zoll, in Petersburg und Ofen bloß 16 bis 17 Zoll. Ein ganz übereinstimmendes Ergebniss liefert die Zahl der Regentage, wenn wir unter denselben alle diejenigen begreifen, an welchen wässrige Niederschläge, sey es auch auf ganz kurze Dauer, als Regen oder Schnee herabfallen. Diese Zahl beträgt in England und dem westlichen Frankreich jährlich 152, vermindert sich im Innern von Frankreich bis zu 147, in den Ebenen Deutschlands bis zu 141, in Ofen bis 112, und beträgt in Kasan nur 90, im Innern Sibiriens nur 60. Es sind nämlich die über das atlantische Weltmeer herwehenden SW-Winde, die eine mit Wasserdünsten beladene wärmere Luft herbeiführen, welche in diesen Gegenden hauptsächlich den Regen erzeugen, indem sie ihre Feuchtigkeit absetzen, so wie sie in die kälteren nördlicheren Regionen gelangen.

Noch auffallender zeichnet sich das westliche von dem inneren Europa durch die ungleiche Vertheilung der Regenmenge im Laufe des Jahres aus. Werden die in den einzelnen Jahreszeiten herabfallenden Mengen als Procente der ganzen jährlichen Regenmenge ausgedrückt, so gelangt Kämtz a. a. O. zu folgenden Angaben:

| | Westl. Eng- land. | Innere Eng- land. | Westl. Frank- reich. | Oestl. Frank- reich. | Deutsch- land. | Peters- burg. |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|------------------|
| Dec. Jan. Febr. | 26,4 | 23,0 | 23,4 | 19,5 | 18,2 | 13,6 |
| März Apr. Mai | 19,7 | 20,6 | 18,3 | 23,4 | 21,6 | 19,4 |
| Juni Juli Aug. | 23,0 | 26,0 | 25,1 | 29,8 | 37,1 | 36,5 |
| Sept. Oct. Nov. | 30,9 | 30,4 | 33,3 | 27,3 | 23,2 | 30,5 |

An der Westküste Europas fällt folglich der meiste Regen im Winter und namentlich im Herbst; so wie wir

aber gegen Osten gelangen nimmt die Regenmenge im Winter ab, und die im Sommer herabfallende Wassermenge erhält immer entschiedener die Oberhand.

Bei einerlei Breite ist die Luft über dem atlantischen Meere im Winter wärmer als über dem Lande. Die westlichen Winde erkälten sich daher, wenn sie an der Küste anlangen, und setzen den Wassergehalt ab; und zwar in größerer Menge im Herbst, weil dann die noch wärmere Luft eine größere Menge von Dünsten enthält. Diese Winde werden daher um so trockner und die Winterregen seltener, je weiter sie über das Festland vorrücken. In der kälteren Jahreszeit haben ferner die Wolken eine weit geringere Höhe als im Sommer; sie werden also von niedrigeren Bergen aufgehalten, um ihr Wasser abzugeben. Im Inneren des Landes hingegen ist der im Sommer weit größere absolute Wassergehalt der Luft, welcher bewirkt, daß dieselbe im Sommer mehr Wasser abgeben kann, als im Winter.

In gebirgigten Gegenden erleiden diese Verhältnisse eine bedeutende Veränderung, je nachdem die Unebenheiten des Erdreichs den Wolkenzug aufhalten und Niederschläge veranlassen. An nahe liegenden Orten kann daher eine ziemliche Verschiedenheit der Regenverhältnisse eintreten, je nach dem Einfluß, den die Gebirgszüge auf den Gang der Wolken ausüben. Localeinflüsse abgerechnet, nimmt die Regenmenge und die Anzahl der Regentage in Gebirgsgegenden entschieden zu. So viel im Allgemeinen zur näheren Würdigung der nachstehenden Zahlenangaben über die Regenmengen von Basel und Mühlhausen.

In Mühlhausen ist der herabfallende Regen in dem Zeitraum von 1778 bis 1794 von Daniel Meyer gemessen worden. Seine Beobachtungen wurden nur auf höchst unvollständige Weise veröffentlicht. In Cotte's Meteorologie und daraus in der Meteorologie von Kämtz ist bloß die eine Uebersicht der sechs Jahre von 1779

bis 1784 mitgetheilt. Ich theile hier die Mittel der vollständigen siebzehn Jahre mit, aus Meyer's handschriftlichen Originalregistern, die wir von Hrn. Archivar Krug erhalten haben. Ueber die Einrichtung und die Aufstellung des angewandten Regenmessers finde ich keine näheren Angaben. Das Schneewasser ist direct durch Abschmelzen bestimmt worden, nicht durch eine Abschätzung der herabfallenden Schneemenge, wie es hie und da auf unzulässige Weise zu geschehen pflegt. Der im Regenmesser zu Ende eines Monats enthaltene und nicht vollständig abgeschmolzene Schnee scheint zuweilen erst dem nächstfolgenden Monat beigezählt worden zu seyn, in welchem das Abschmelzen erfolgt ist, was einen kleinen, doch nicht sehr bedeutenden Einfluß auf die Vertheilung des atmosphärischen Wassers unter den verschiedenen Wintermonaten, nicht aber auf die der Jahreszeiten ausüben kann.

Die Regenmengen der einzelnen Jahre sind folgende

| | Par. Zoll. | Zahl d. Regentage. | | Par. Zoll. |
|------|------------|--------------------|------|------------|
| 1777 | | 181 | 1786 | 29,26 |
| 1778 | 32,04 | 174 | 1787 | 27,73 |
| 1779 | 25,00 | 148 | 1788 | 25,80 |
| 1780 | 24,23 | 158 | 1789 | 35,82 |
| 1781 | 36,60 | 163 | 1790 | 28,93 |
| 1782 | 27,75 | 178 | 1791 | 28,46 |
| 1783 | 27,17 | 162 | 1792 | 35,57 |
| 1784 | 23,97 | 156 | 1793 | 19,56 |
| 1785 | 25,74 | | 1794 | 23,71 |

Mittel: Regenmenge 28",08, Regentage 165.

Die Mittel der siebzehn Jahre für die einzelnen Monate sind:

| | | | |
|----------|-------|-----------|---------|
| Januar | 2",47 | Juli | 2",26 |
| Februar | 1,87 | August | 2,27 |
| März | 1,90 | September | 2,67 |
| April | 2,22 | October | 2,51 |
| Mai | 2,58 | November | 2,34 |
| Juni | 3,00 | December | 1,99 |
| | | Jahr | 28",08. |
| Winter | 6",33 | 22,5 | |
| Frühling | 6,70 | 23,9 | |
| Sommer | 7,53 | 26,8 | |
| Herbst | 7,52 | 26,8 | |
| | | 28",08 | 100,0. |

Wir bemerken daher, im Vergleich mit den Verhältnissen im östlichen Frankreich oder im ebenen Deutschland eine beträchtliche Zunahme der Anzahl der Regentage sowohl als der Menge des gefallenen Regens, als entschiedener Einfluss der in der Umgegend von Mühlhausen sich erhebenden Gebirge. Auch die Vertheilung des Regens nach den Jahreszeiten zeigt schon bedeutende Abweichungen mit nahe liegenden Orten. Wir haben z. B. in *Straßburg*, nach einem Mittel von sechzehn Jahren (Kämtz, Meteorologie, S. 458), eine jährliche Regenmenge von 25",57, die sich vertheilen

| | |
|-------------|------------|
| im Winter | 16,0 Proc. |
| - Frühling | 23,6 - |
| - Sommer | 34,1 - |
| - Herbst | 26,3 - |
| 100,0 Proc. | |

in *Carlsruhe* nach einer Reihe von 23 Jahren eine Regenmenge von 24",75, und davon

| | |
|-------------|------------|
| im Winter | 21,3 Proc. |
| - Frühling | 22,5 - |
| - Sommer | 31,0 - |
| - Herbst | 25,2 - |
| 100,0 Proc. | |

Statt des entschiedenen Vorherrschens des Sommerregens an diesen beiden tiefer im Rheinthale gelegenen Orten kommt in Mühlhausen die Menge der atmosphärischen Niederschläge im Herbst derjenigen des Sommers gleich.

In Basel werden Messungen der herabfallenden Regenmenge erst seit acht Jahren durch den botanischen Gärtner Hämmerlin angestellt. Der Regentmesser, dessen Oberfläche nicht ganz einen Quadratfuß beträgt, ist im botanischen Garten zu ebener Erde aufgestellt.

Das Ergebniss der acht Beobachtungsjahre ist folgendes:

| | Regenmenge in Par. Zoll. | Anzahl d. Regentage. |
|--------|--------------------------|----------------------|
| 1835 | 19,67 | 150 |
| 1836 | 28,85 | 162 |
| 1837 | 21,02 | 127 |
| 1838 | 21,53 | 134 |
| 1839 | 26,95 | 146 |
| 1840 | 31,58 | 124 |
| 1841 | 23,87 | 161 |
| 1842 | 17,69 | 134 |
| Mittel | 23,89 | 142 |

Das Mittel der Regentage für die sechszehn Jahre, 1827 bis 1842, ist etwas höher als das der letzten acht Jahre, nämlich 149.

Auf die einzelnen Monate vertheilt sich die angegebene Gröfse im Mittel der neun Jahre wie folgt:

| | | | |
|---------|-------|-----------|---------|
| Januar | 1",55 | Juli | 2",17 |
| Februar | 1,31 | August | 2,10 |
| März | 1,00 | September | 2,87 |
| April | 1,23 | October | 2,48 |
| Mai | 1,51 | November | 3,31 |
| Juni | 1,73 | December | 2,63 |
| | | Jahr | 23",89. |

| | | |
|----------|--------------|--------------|
| Winter | 5",49 | 22,9 |
| Frühling | 3 ,74 | 15,7 |
| Sommer | 6 ,00 | 25,1 |
| Herbst | 8 ,66 | 36,3 |
| | <hr/> 23",89 | <hr/> 100,0. |

Eine Beobachtungsreihe von acht Jahren ist zwar bei so veränderlichen Gröſsen, wie sie hier in Betracht kommen, etwas kurz, um zu ganz zuverlässigen Angaben zu führen. Dennoch sind die Unterschiede gegen die Verhältnisse von Mühlhausen so hervorstechend, daß sie zum größten Theil in der Natur der Dinge begründet seyn müssen, wenn sie sich auch, bei längerer Fortsetzung der Beobachtungen, etwas modificiren können.

Wir finden erstlich die absolute Menge des jährlich niederfallenden Regens um 4 Zoll geringer als in Mühlhausen; auch die Anzahl der Regentage ist beträchtlich geringer; ein Resultat, was kaum zum Voraus zu vermuthen gewesen wäre, da die Gebirge Basel näher liegen, als Mühlhausen. Die Ursache ist zunächst in den südwestlich von Basel gelegenen Gebirgszügen zu suchen, auf welchen die Regenwinde sich zum Theil der enthaltenen Feuchtigkeit entledigen. Im Südwesten von Mühlhausen liegt die Gebirgslücke zwischen den Vogesen und dem Jura, welche den Südwestwinden dort freieren Zutritt gestattet. Zu übersehen ist freilich nicht, daß die Zahlen für Mühlhausen sich auf eine 40 oder 50 Jahre ältere Periode beziehen, was die unmittelbare Vergleichung etwas unsicher macht. Wenn, wie es wahrscheinlich ist, die offenbar in unseren Gegenden sich kundgebende Verminderung der fließenden Gewässer, von einer Verminderung der atmosphärischen Niederschläge herrührt, so müßte ein und derselbe Zeitraum für die Regenverhältnisse verglichen werden können, um zu völlig zuverlässigen Ergebnissen zu gelangen.

Der hauptsächlichste Unterschied tritt aber in den

zu Basel bedeutend vorwaltenden Herbstregen hervor. In Mühlhausen kommt die Menge des im Herbste und im Sommer herabfallenden Regens sich gleich, da tiefer unten im Rheinthale die Menge des Sommerregens vorwaltet, wie das in noch stärkerem Maasse in den Ebenen von Norddeutschland beobachtet wird. In Basel wachsen die Herbstregen noch weit mehr an, so daß die Vertheilung der Regenmenge das Jahr über ziemlich ein übereinstimmendes Verhalten zeigt, wie in England, oder an der Westküste von Frankreich. Die Basel umgebenden Gebirge, namentlich der im Nordosten den Horizont umgürtende Schwarzwald, üben folglich auf die aus Westen herbeiströmenden Regenwinde ziemlich denselben Einfluß aus, wie das über die Meeresküste von Frankreich sich erhebende Festland.

Im Hauptthale der inneren Schweiz haben wir, wohl wegen des gebirgigteren Zustandes der Gegend, eine größere Regenmenge als in Basel, hingegen wiederum die vorwaltenden Sommerregen, wie in Ost-Frankreich und dem ebenen Deutschland. Dreiunddreißigjährige Beobachtungen in Genf (Kämtz, Meteorologie, I, S. 469) gaben eine jährliche Regenmenge von 29",78, die sich auf die Jahreszeiten vertheilen:

| | |
|----------|------------|
| Winter | 21,6 Proc. |
| Frühling | 21,8 - |
| Sommer | 29,7 - |
| Herbst | 26,9 - |

100,0 Proc.

Eine entsprechende Vertheilung mit noch mehr vorwaltenden Sommerregen zeigen die Beobachtungen, die Kämtz a. a. O. mittheilt, von Lausanne mit 37",76 jährliche Regenmenge, Bern mit 43",28, Zürich mit 32",18, die freilich nur auf eine geringe Reihe von Jahren sich erstrecken. In dem Mangel von Gebirgen, die gegen Nordosten den Zug der Regenwinde hemmen, muß die

hauptsächliche Ursache der Verschiedenheit der Vertheilungsweise der jährlichen Regenmenge im Vergleich mit Basel gesucht werden.

*X. Ueber das Polin des Hrn. Prof. Osann;
von Dr. C. Claus.*

In diesen Annalen, Bd. LXIV, S. 208, hat Hr. Prof. Osann erklärt, daß ich mich geirrt habe, indem ich in meiner Notiz über das Ruthenium die Bemerkung gemacht, daß die Entdeckung dieses Metalls ihm deswegen entgangen sey, weil er sein angebliches Rutheniumoxyd zu wiederholten Malen mit Salzsäure auszog und diese Lösungen nicht untersuchte; er weist die Stellen in seinem Aufsatz nach, aus welchen die Unstatthaftigkeit meines Ausspruches zu erschen sey, indem er zugleich die Entdeckung des Rutheniums sich vindicirt und auf das Polin hindeutet, welches mit dem Ruthenium ein und derselbe Körper seyn soll.

Hierauf erlaube ich mir nun Folgendes zu erwidern: Die Stellen, welche Hr. Osann zum Belege meines vermeintlichen Irrthums citirt, scheinen meines Erachtens gerade das Gegentheil von dem darzuthun, was sie beweisen sollen, besonders wenn man zur Erläuterung des Ganzen S. 333, 334 und 342 des Aufsatzes zu Rathe zieht. Dieser Chemiker behandelte seinen Platinrückstand mit Aetzkali und Salpeter in schwacher Glühhitze, und laugte mit Wasser aus. Das Unlösliche bezeichnete er mit *B*, und aus der Lösung erhielt er sein Rutheniumoxyd und ein grauschwarzes, mit *E* bezeichnetes Pulver. Das Rutheniumoxyd wurde nun mehrere Male mit Salzsäure ausgezogen. — Ich führe hier die Worte des Autors an, S. 334 heist es: »Die erhaltenen salzsauren Flüssigkeiten wurden zusammengewaschen und zur

ferneren Untersuchung bei Seite gestellt. *Ihnen wurden sowohl der Rückstand B als auch das grauschwarze Pulver E zugegeben.* — Das Ganze wurde nun so lange mit Salzsäuregas behandelt, bis *B* und *E* fast gelöst waren. Hieraus ersieht man nun, daß Hr. Osann den salzsauren Auszügen seines Rutheniumoxyds keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt hat, indem er sie dem an aufgeschlossenen Platinmetallen reichen Rückstande *B* hinzufügte. Diese aus so verschiedenen Substanzen bestehende Lösung hat er nun zwar weiter untersucht und mit ihr, wörtlich genommen, auch die Auszüge seines Rutheniumoxyds; allein jeder Sachkundige wird einsehen, daß ein solches Verfahren keine Untersuchung jener Auszüge genannt werden kann, da diese für sich, ohne Beimengung, hätten untersucht werden müssen, besonders wenn es sich darum handelt zu entscheiden, was sie enthielten. Aus dem Gemenge konnte das Ruthenium auf die von Osann befolgte Weise schwerlich nachgewiesen werden, während die Entdeckung ihm nicht entgangen wäre, wenn er die Auszüge, wie sich's gehörte, untersucht hätte.

Was nun die von Hrn. Osann ausgesprochene Identität des Rutheniums mit seinem Polin anlangt, so muß ich bemerken, daß er im Irrthume ist. — Ich habe im Interesse der Wissenschaft mir viel Mühe gegeben das Ruthenium den von ihm aufgestellten neuen Substanzen anzupassen, — aber bisher ohne Erfolg. Das Ruthenium ist ein Metall, welches Hr. Osann nicht gekannt hat, und er kann daher die Entdeckung desselben nicht für sich in Anspruch nehmen, obschon er das Verdienst hat, der Erste gewesen zu seyn, welcher das Vorhandenseyn neuer Körper im Platinrückstande wahrscheinlich machte. Wie wenig Aehnlichkeit das Ruthenium mit dem Polin hat, möge folgende Zusammenstellung darthun:

| | Ruthenium. | Polin, nach den Angaben Osann's. |
|--|--|---|
| Mit einem Strome von Hydrogen | Graues metallisches Pulver, oder metallisch glänzende Stücke, welche dem Iridium sehr ähnlich, nur etwas dunkler von Farbe sind. | Weißgraues nicht metallisch glänzendes Pulver. |
| Das Metall mit Salzsäure übergossen und hierauf mit Chlor behandelt. | Weder Erwärmung des Metalles, noch Entzündung des Wasserstoffgases. (Es ist dessen ungeachtet ein Platinmetall.) | Entzündung des Wasserstoffgases ¹⁾ . |
| Mit Salzsäure behandelt. | Ein geringer Theil löst sich mit pomeranzengelbrother Farbe; das Meiste bleibt ungelöst. | Löst sich vollständig zu einer tief indigoblauen Flüssigkeit ²⁾ . |
| Mit Königswasser. | Unlöslich. | Löslich. |
| Das Chlorid giebt mit Chlorammonium | Ein geringer Theil löst sich. | Alles löst sich. |
| Farbe der Oxyde. | Einen dunkelbraunen krystallinischen Niederschlag: $= 2N_2H_9Cl_3 + Ru_2Cl_6$. | Giebt keinen Niederschlag. |
| Mit Borax vor dem Löthrohre. | Die bisher dargestellten Oxyde sind schwarz oder Grau. | Einmal: Dunkelviolettrothe Perle, das andere Mal: Farblose Perle mit einem grauen Körper. |

1) Eine Hauptstütze der Meinung Osann's

2) Ebenfalls einer seiner Belege.

Ich muß hier noch hinzufügen, daß ich weit entfernt, die noch nicht constatirten Entdeckungen Osann's für mich in Anspruch zu nehmen, im Gegentheil seiner Arbeit gedacht habe, wie eine Stelle in meinem neusten Aufsätze beweisen wird (*Bulletin scientifique de l'Académie de St. Petersbourg, Tom. III No. 23 et 24*), wo ich sage: »Sollte im Verfolge meiner Untersuchung sich herausstellen, daß das Ruthenium Osann's Pluran ist, so könnte dessen ungeachtet der Name Ruthenium beibehalten werden, weil Osann anfangs Willens war sein Pluran Ruthenium zu nennen.«¹⁾ — Ich habe den Namen Ruthenium aus mehreren Gründen gewählt, unter denen auch der ist, den Verdiensten Osann's in diesem Felde meine Anerkennung zu zollen. Nun tritt aber dieser Chemiker, nachdem er sieben Jahre über diesen Gegenstand geschwiegen hat, plötzlich wieder auf mit einer Erklärung, welche nicht undeutlich zu verstehen giebt, daß ich mit Unrecht seine Entdeckung in Anspruch nehme, ja, er stellt sogar das, von ihm schon einmal zurückgenommene Rutheniumoxyd wieder von Neuem auf, ohne auf irgend eine genügende Weise die Eigenthümlichkeit dieser Substanz nachgewiesen zu haben, indem er glaubt, das Ruthenium, dessen chemische Geschichte den Hauptzügen nach bereits vorliegt, verdrängen zu können, wenn er dieses Metall, ohne genaue Prüfung, für sein Polin, eine schon selbst noch zweifelhafte Substanz, erklärt. Da ein solches Verfahren nur Verwirrung in die Wissenschaft bringt, so bin ich veranlaßt worden meine Entgegnung hier zu veröffentlichen.

Kasan, den 16. März 1845.

1) Man wird die genannte Abhandlung im 6. Hefte dieses Jahrgangs finden. P.

XI. *Nachtrag zu dem Aufsatz: Ueber die Nahrungsstoffe, aus denen die Pflanzen im Lichte das Sauerstoffgas ausscheiden* ¹⁾;
von Dr. C. H. Schultz.

(Schreiben an Hrn. Flourens, beständigem Secretär der Academie der Wissenschaften zu Paris.)

Berlin, den 13. Januar 1845.

— Ich danke Ihnen für die gütige Nachricht, welche Sie mir in dem Schreiben vom 14. Novbr. 1844 gaben, daß Hr. Boussingault einige meiner Versuche über die Ernährung der Pflanzen in der Academie bekämpft hat. Ich habe nunmehr den Brief des Hrn. Boussingault in den *Comptes rendus* vom 11. Novbr. 1844 gelesen, und erlaube mir Ihnen folgende Gegenbemerkungen mitzutheilen, die ich bei der Wichtigkeit der Sache der Academie mitzutheilen bitte.

Hr. Boussingault behauptet, daß nach seinen Versuchen die Entbindung von Sauerstoffgas aus den von mir untersuchten Stoffen unbedeutend gering sey, gegen die große Menge von Sauerstoff, die nach seinen Versuchen die Blätter in Kohlensäure entbunden hätten. Ueber diese Versuche habe ich Folgendes zu entgegnen.

1) Hr. B. hat zu seinen Versuchen mit Traubensäure (weil er keine Weinsteinsäure haben konnte) Oxalsäure, Zucker jedesmal nur ein einziges abgerissenes Blatt genommen, und diese Versuche im Herbst angestellt, wo die Lebensthätigkeit der Blätter im Erlöschen ist, und an seinen Blättern wirklich erloschen war, weil er mehrmals angiebt, die Blätter seyen gelb geworden; Hr. B. uns aber nicht überreden wird, daß ein frisches Blatt während drei Stunden, die seine Versuche dauerten, in Zuckerwasser gelb werden könne, dieselben also schon

1) S. 125 dieses Bandes.

vor dem Versuch gelb geworden seyn mußten. Ein einziges, abgerissenes, im Absterben begriffenes Blatt konnte also in diesen Versuchen gar keine Erfolge geben.

Dagegen hat Hr. B. zu seinen Versuchen mit Kohlensäure 10, 20 Blätter, ja selbst eine Quantität von 24 Grammen (gegen 3 Unzen) an Gewicht grüner Blätter genommen, so daß es kein Wunder ist, wenn die Menge Sauerstoff, die hierbei gewonnen wurde, größer war, als in den Versuchen mit Traubensäure und Zucker ein einziges abgerissenes Blatt verhältnißmäßig liefern konnte; es aber wunderbar erscheint, daß Hr. B. solche Versuche, die nicht unter einander verglichen werden können, dennoch vergleichen will.

2) Hr. B. hat die Concentrationsgrade seiner Auflösungen nicht angegeben. Er sagt bloß, daß er 0,02; 0,005; 0,0025 Grm. der genannten Säuren in Wasser gelöst hätte; aber er sagt nicht in wie viel Wasser er sie gelöst hat, was er als genauer Chemiker hätte thun müssen. Ich habe aber bei meinen Versuchen angegeben, daß die Concentrationsgrade der Auflösungen einen wesentlichen Einfluß auf die Zersetzung der Säuren durch die Blätter übe. So z. B. hindert die Essigsäure, die Weinsäure, zu 1 bis 2 Procent in Wasser gelöst, die Sauerstoffentbindung gänzlich; dagegen in Auflösungen, die nur $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$ Proc. dieser Säuren aufgelöst enthalten eine starke Sauerstoffentbindung stattfindet.

3) Die stärkste Sauerstoffentbindung findet, nach den von mir erzählten Versuchen, nicht in den Solutionen der reinen Säuren, sondern der sauren Salze dieser Säuren: des Weinstein, des sauren apfelsauren oder milchsauren Kalis u. s. w., statt, die Hr. B. gar nicht untersucht hat.

4) Hr. B. hat solche Säuren zu seinen Versuchen genommen, von denen ich ausdrücklich gesagt habe, daß sie fast schwerer als die Kohlensäure zersetzt werden, z. B. die Kleesäure. Daß also aus Kleesäure nur geringe

Sauerstoffentbindung stattfindet, hat Hr. B. nicht entdeckt; es ist nur neu, daß er meine eigenen Beobachtungen in einer ganz falschen Beziehung als die seinigen anführt.

5) Von der Zuckersolution habe ich ausdrücklich gesagt, daß die Blätter und Wurzeln allmählig zersetzend darauf einwirken, indem sie den Zucker in Gummi umbilden; daher denn die Sauerstoffentbindung aus Zuckerwasser erst nach 8 bis 10 Stunden recht lebhaft zu werden anfängt, während Hr. B. seine Versuche schon nach 3 bis 4 Stunden beendigt hat, wo er noch gar keine starke Wirkung erwarten durfte.

6) Die Sorge des Hrn. B., daß sich hierbei Kohlensäure bilden möge, ist ganz grundlos; denn man kann die Gegenwart von Kohlensäure leicht durch Kalkwasser erfahren, und ich habe gezeigt, daß dieses niemals Kohlensäure in dem veränderten Zuckerwasser nach den Versuchen anzeigt.

7) Hr. B. hat auf den wichtigen, von mir angegebenen Umstand, daß in dem Maafse als Sauerstoff von den Blättern ausgehaucht wird, die Säure in den Solutionen der sauren Nahrungsstoffe schwindet, gar nicht geachtet, und seine Versuche nicht bis dahin fortgesetzt. Er hat also den wesentlichsten Theil der Versuche übersehen. Er hätte aus den sauren Molken von $\frac{1}{4}$ Quart Milch 10 Kubikzoll Sauerstoffgas erhalten können, und kann sich gewiß nicht damit entschuldigen, daß er keine saure Milch auf dem Lande hätte haben können.

8) Hr. B. giebt unter seinen Versuchen Erfolge an, die längst als unrichtig bekannt sind. Er sagt z. B. daß die Blätter aus kohlenisaurem Wasser auch an einem trüben, sehr ungünstigen Tage viel Sauerstoff entbunden hätten. Nun ist aber seit Priestley, Ingenhoufs, Senebier hinreichend bekannt, daß nur bei hellem Sonnenschein, und niemals bei trübem Wetter die Kohlensäure von den Blättern zersetzt wird, und die Angaben des Hrn. B. erscheinen als ganz unzuverlässig.

9) Hr. B. hat ganz übersehen, daß nach unseren Versuchen dagegen die Blätter in sauren milchsauren und apfelsauren Salzsolutionen auch bei trübem Himmel eine gewisse Menge Sauerstoffgas ausscheiden, so daß hiernach die Wald- und Schattenpflanzen auch ohne Sonnenschein sich Nahrung assimiliren können; daher es erklärlich wird, wie der Kopfkohl und die Rüben so schön in dem nebligen Küstenklima von England gedeihen, überhaupt der Kopfkohl erst anfängt sich zu schließsen, wenn im Spätherbst die Nächte lang werden. Daß dieses mit der Kohlensäuretheorie ganz unverträglich ist, ignorirt Hr. B. gänzlich, obgleich es für ihn, als Landwirth, großes Interesse hätte haben müssen.

10) Endlich habe ich anzuführen, wie Hr. B. im Widerspruch mit seinen eigenen Erklärungen ist, die er in seiner *Oeconomie rurale* gegeben hat, wo er selbst anerkennt, wie schwer zersetzbar die Kohlensäure sey, und wie man nach den bekannten landwirthschaftlichen Erfahrungen schwer einsehen kann, wie sie als allgemeines Nahrungsmittel der Pflanzen dienen solle. Hier behauptet Hr. B. das Umgekehrte im Widerspruch mit sich selbst.

Nach Allem diesen glaube ich sagen zu dürfen, daß die Versuche des Hrn. B. so unvollkommen und ungenau als möglich sind, und daß sie nicht im Geringsten etwas gegen die von mir erhaltenen Erfolge beweisen, vielmehr ohne wissenschaftlichen Werth sind. Hr. B. wird durch dergleichen übereilte, in drei Tagen angestellte Versuche nicht die Ergebnisse einer dreijährigen Arbeit zernichten.

XII. Ueber die Pflanzenernährung; von Dr. Grisebach.

(Aus einem Schreiben an den Herausgeber.)

Göttingen, 24. März 1845.

— Die Abhandlung über Pflanzenernährung von Hrn. Prof. C. H. Schultz, welche in das erste Heft der diesjährigen Annalen der Physik aufgenommen worden ist, veranlaßt mich, Ihnen einige, diesen Gegenstand betreffende Versuche mitzuthemen.

Die ungemein große Wichtigkeit, welche den Untersuchungen jenes Schriftstellers für die Theorie der Vegetation eingeräumt werden mußte, falls deren Ergebnisse sich bewähren, bewog mich, gleich nachdem *„die Entdeckung der Pflanzennahrung“* erschienen war, einige der wichtigsten und einfachsten Versuche mit genauer Beobachtung der vorgeschriebenen Methode, so wie der daselbst angeführten Maafsverhältnisse zu wiederholen. Diese Versuche wurden in dem Laboratorium des Hrn. Prof. Wöhler unter gefälliger Leitung desselben vom 2. bis 7. Sept. v. J. ausgeführt. Während dieser Zeit hatten wir in Göttingen fast beständig heitern Himmel, und die Gefäße blieben den größten Theil des Tags directem Sonnenlichte ausgesetzt. Fast sämtliche Versuche dauerten mehrere Tage, und wurden während dieser Zeit nicht unterbrochen. Die Blätter waren unmittelbar vorher eingesammelt worden. Nur gesundes, grünes, erst im Spätsommer zur vollen Entwicklung gelangtes Laub wurde ausgewählt: und wenn die vorgerückte Jahreszeit solchen Untersuchungen im Wege stand, so gestattet doch der Umstand, daß in einem comparativen Experiment Blätter gleicher Art eine bedeutende

Menge Sauerstoff aus Brunnenwasser entwickelten, mit Sicherheit den Schluss, daß die angewendeten Organe noch in ungeschwächter Lebenskraft vegetirten.

Da die vorläufigen Versuche nicht von den zu erwartenden Resultaten begleitet waren, so ist die beabsichtigte weitere Ausführung derselben bisher unterblieben. Aus diesem Grunde sind die Volumina der entwickelten Gase nicht gemessen worden; allein dieser Mangel ist ohne Einfluß auf das allgemeine Ergebniss der Versuche. — Die Glascylinder (von etwa 40 Kubikzoll Rauminhalt), welche zu den Experimenten dienten, wurden mit dem Laube locker ausgefüllt, und hierauf beim Eingießen der Flüssigkeit sorgfältig die den Blättern anhangende Luft entfernt. Doch gelang das Letztere nie vollständig, und die Behaarung der Oberfläche ist namentlich in dieser Beziehung als eine Quelle von unvermeidlichen Fehlern anzusehen.

Die Versuche wurden theils mit Weinsteinlösung (halbprocentig in ausgekochtem Wasser), theils mit filtrirten, gekochten, sauren Molken angestellt: in keinem Fall liefs sich während oder am Ende des Versuchs eine chemische Veränderung in den angewendeten Flüssigkeiten nachweisen. — Alle Versuche wurden bis zur beginnenden Fäulniss der Blätter fortgesetzt.

1) Blätter von *Vitis vinifera* entwickelten in sauren Molken am ersten Tage kein Gas, am zweiten Tage eine ziemlich bedeutende Menge Kohlensäure. — Allein zu dieser Zeit waren auch bereits die Blätter misfsarbig geworden, und die gebildete Kohlensäure konnte daher entweder der Zersetzung der Blätter oder der Gährung der Molken zugeschrieben werden.

2) Dieselben Blätter entwickelten in der Weinsteinlösung eine bedeutende Menge Sauerstoff. — Dieses Resultat stimmt daher, abgesehen von der nicht bemerkten Abnahme und Umänderung des Weinstens in neutrales Salz, mit dem des Hrn. Schultz (Ann. der Phys.

S. 132 dieses Bandes) überein, verliert jedoch durch den folgenden Versuch seine Bedeutung.

3) Dieselben Blätter entwickelten in ausgekochtem, reinem Wasser ein gleiches Volum Sauerstoff, wie in der Weinsteinlösung. — Diese Gasentbindung begann, wie im vorigen Falle, sehr spät, und ist daher wahrscheinlich aus der vom Wasser allmählig aufgenommenen Kohlensäure zu erklären, indem das Sperrwasser des Cylinders mit der Atmosphäre communicirte. Vorsichtsmafsregeln gegen diese Fehlerquelle werden jedoch auch in den Versuchen, die geprüft werden sollten, nicht erwähnt, indem die geschliffenen Ränder des Cylinders zu diesem Zwecke ungenügend erscheinen.

4) Dieselben Blätter entwickelten in kohlensäurehaltigem Brunnenwasser binnen kurzer Zeit eine ungleich gröfsere Menge Sauerstoff, die in der Folge das Wasser ganz aus dem Cylinder verdrängte. — Dieses Ergebnifs, in vollkommener Uebereinstimmung mit den bisherigen Ansichten über Pflanzenernährung, liefs es nicht mehr sehr wichtig erscheinen zu untersuchen, aus welcher Quelle in den beiden vorigen Versuchen der Sauerstoff abstammte.

5) Ein Laubgemenge von *Acer montanum* *Cytisus elongatus* und *Quercus pyramidalis* Hort. Gott. entwickelte in sauren Molken eine ansehnliche Menge Kohlensäure, deren Gasperlen jedoch nur von den *Cytisus*-Blättern aufstiegen. Dieser Versuch entspricht dem a. a. O. S. 135 beschriebenen des Hrn. Schultz, lieferte jedoch ein dem seinigen entgegengesetztes Resultat. Die Kohlensäure, welche sich hier statt des von ihm angegebenen Sauerstoffs entband, war ohne Zweifel ein Product der Molkengährung, und der Umstand, dafs nur vom *Cytisus* die Gasentwicklung ausging, erklärt sich daraus, dafs dessen Blätter mit feinen Haarspitzen die Flüssigkeit erfüllen, während die beiden andern Laubarten eine glatte Oberfläche besitzen.

6) Blätter von *Acer montanum* entwickelten in den Molken während der ersten zwölf Stunden in stetem Sonnenschein kein Gas.

7) Das Laubgemenge (No. 5) entwickelte in der Weinsteinlösung eine sehr unbedeutende Menge Kohlensäure. Diese Kohlensäure war vielleicht nicht ganz rein, aber das Volumen zu gering, um verschiedene Gase darin zu unterscheiden. — Auch diese Gasentbindung begann erst spät, und konnte von der Zersetzung der Blätter herrühren.

8) Blätter von *Tropaeolum majus* blieben mehrere Tage in der Weinsteinsolution, ohne Gas zu entwickeln, bis sie zu Ende des Versuchs mifsfarbig wurden und nun noch etwas Kohlensäure ausschieden.

9) Dieselben Blätter entbanden in ausgekochtem Wasser kein Gas, aber am vierten Tage begannen sie etwas Sauerstoff zu entwickeln. — Diefs ist, wie in No. 3, aus der inzwischen absorbirten atmosphärischen Kohlensäure zu erklären.

Es bedarf keiner Erinnerung, dafs diese Versuche sämmtlich mit der Theorie des Hrn. Schultz im entschiedensten Widerspruch stehen, und von ihm wird es nachzuweisen seyn, auf welchen Nebenumständen diese Divergenz in den Resultaten beruht.

XIII. *Neues Vorkommen von Calait in Schlesien;* *von E. F. Glocker.*

Der erste, vor 25 Jahren bekannt gewordene Fundort des *Calaits* (Türkis) in Schlesien, wovon ich in meinen Beiträgen zur mineralischen Kenntnifs der Sudetenländer, H. 1 (1827), S. 58 ff., Nachricht gegeben habe, war auf den Kieselschieferhügeln bei dem Dorfe Steine,

unweit Jordansmühle, südwestlich von Breslau. Seit dieser Zeit sind in den dortigen Steinbrüchen mehrmals schöne himmelblaue und spangrüne Calait zum Vorschein gekommen, theils derb und eingesprengt, theils traubig und als Ueberzug, entweder auf dem Kieselschiefer unmittelbar aufsitzend oder mit gemeinem und edlem Quarz verwachsen, in den diesen Kieselschiefer durchsetzenden zahlreichen Quarzgängen und Quarztrümmern.

Ein neues Vorkommen des Calaits von einer neuen eigenthümlichen Form und von vorzüglicher Schönheit habe ich im Mai 1841 an einem andern, von dem oben genannten nicht weit entfernten Orte, nämlich bei *Domsdorf*, etwas über eine Stunde von Jordansmühle, gleichfalls in einem Bruche von Kieselschiefer und auf Klüften desselben angetroffen. Dieser Calait ist theils von einem lebhaften apfelgrün, theils von einer Mittelfarbe zwischen Apfelgrün und grasgrün, und besteht aus lauter sehr kleinen *Kügelchen*, welche linear an einander gereiht sind, und in dieser Verbindung lange und dünne *canellirte* oder *paternosterähnlich eingeschnürte cylindrische Stengel* bilden, welche an ihrem äußeren freien Ende abgerundet sind. (Fig. 13 *a* und *b* Taf. V.) Eine Menge solcher Stengel sind so mit einander verwachsen, daß sie von einzelnen Punkten aus divergiren, und daß die Radien der so entstehenden Strahlensysteme nach allen Richtungen unter einander laufen, und in ihrem Verein *moosartige Gestalten* bilden. (Eine kleine Gruppe dieser Art, als Theil eines größeren Ganzen, ist in Fig. 14 Taf. V, durch eine einfache Lupe vergrößert, dargestellt.) Im Sommer 1844 sind dergleichen Formen an eben demselben Fundorte abermals vorgekommen, und darunter einige Exemplare, an welchen die sehr kleinen linear gruppirten Calaitkügelchen *stark durchscheinend* sind, der erste mir bekannte Fall dieser Art, da der Calait sonst bekanntlich entweder ganz undurchsichtig oder höchstens schwach an den Kanten durchscheinend ist. Dieser ge-

gliedert-cylindrische und moosförmige Calait erscheint in Begleitung von rauchgrauen und nelkenbraunen Bergkrystallsäulen, welche am Ende durch ungleich- und unsymmetrisch-ausgedehnte Flächen des primitiven Dihexaëders ¹⁾ zugespitzt, und grösstentheils zugleich mit den gewöhnlichen Rhomboïdflächen versehen sind. Der Calait ist auf und um den Bergkrystall herumgewachsen oder zieht sich zwischen die einzelnen Krystalle hinein, oft in grossen moosförmigen Parthien, zuweilen auch als blasser rindenartiger Ueberzug. Eine grosse Gruppe von nelkenbraunen Bergkrystallen, auf welche der moosförmige Calait sich wie ein kleiner Wald angesetzt hat, befindet sich im Mineraliencabinet der Breslauer Universität. Einzelne Bergkrystalle sind so von einer krustenartigen Hülle von moosförmigem Calait umgeben, dass sie aus derselben wie aus einer Kaputze hervorragen. (Fig. 15 Taf. V.) — In demselben Bruche bei Domsdorf, aus welchem die eben erwähnten Formen des Calaits stammen, kommt dieser auch noch kleintraubig, zerfressen, und derb von gross- und flachmuschligem Bruche vor. Der derbe, welcher zuweilen um die Bergkrystallsäulen sich so oft herumlegt, als wenn er zwischen sie hineingeflossen wäre, ist meistens von ganz blafsgrüner Farbe, und scheint sich zuweilen in eine weiche Masse umzuwandeln. Wenigstens habe ich eine solche weiche, dichte, grünlichweisse, fein, aber nicht fettig anzufühlende und nicht an der Zunge hängende Masse ganz auf dieselbe Weise wie den derben Calait selbst, in den nämlichen Kieselschieferklüften mit Bergkrystallsäulen verwachsen gefunden.

Noch kann ich ein Paar andere neuere Fundörter des Calaits hier anführen. Als Ueberzug und in dünnen Krusten auf derben Quarz ist spangrüner Calait im Thonschiefer auf den Ritterbergen bei Striegau, zwischen der Ziegelei und Teichau, vorgekommen, von wo ich den-

1) Die Endzuspitzungsflächen sind vollkommen gleichwerthig.

selben seit 1841 besitze. Ebenfalls grüner Calait, aber von splittrigem Bruche, ist im Jahre 1843 in hellgrauem Kieselschiefer bei Nieški, in der Oberlausitz, gefunden worden. Ob dieser aber, wovon mir ein kleines Exemplar vom Hrn. Oberlehrer Fehrer in Görlitz zur Bestimmung zugeschickt wurde, dort wirklich anstehend vorkommt, habe ich nicht erfahren können.

XIV. *Ueber den jährlichen Gang des Barometers zu Sitka; von A. T. Kupffer.*

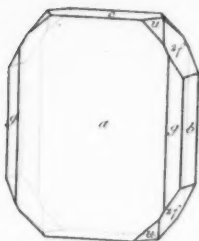
(Aus einem Briefe an Prof. Dove.)

Petersburg, ¹⁹/₃₁ März 1845.

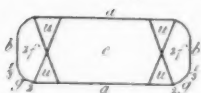
— Ich benutze diese Gelegenheit, um Ihnen die graphische Darstellung der monatlichen Mittel des Barometerstandes zu Sitka zu übersenden (Taf. V Fig. 18). Sie haben gewiß schon aus unserem letzten Bande von Beobachtungen ersehen, wie schon die Curve von Peking das von Ihnen entdeckte Gesetz darstellt, daß das Barometer sich im Sommer regelmäfsig niedriger zeigt, als im Winter, in allen unseren östlichen Observatorien. In unseren westlichen Observatorien, d. h. an der Kamtschatka gegenüberliegenden Küste von Nordamerika, ist gerade das Umgekehrte. Die Curve für Sitka von 1843 zeigt das schon sehr deutlich; noch deutlicher und gewisser aber die Curve der Mittel aus zehn Jahren, die ich nun schon beisammen habe, und die sobald als möglich publicirt werden sollen. Hat man nicht Beobachtungen von anderen Punkten der Westküste von Amerika? Es wäre interessant, das Gesetz weiter nach Süden hin zu verfolgen.

15a.

Columbit.

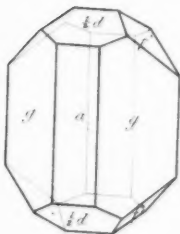


15b.

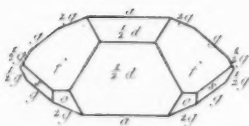


13.

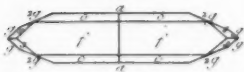
Wolfram.



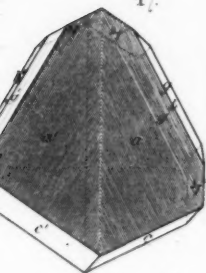
19.



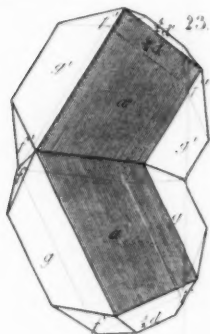
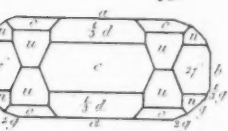
21.



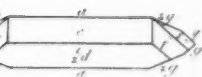
17.



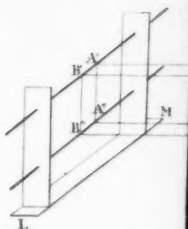
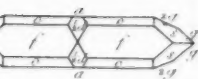
16.



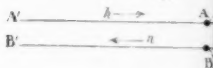
20.



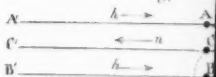
22.



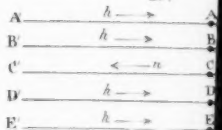
8.



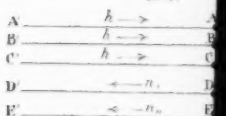
9.



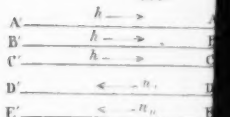
10.

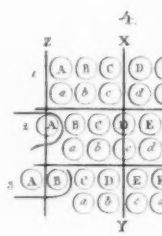
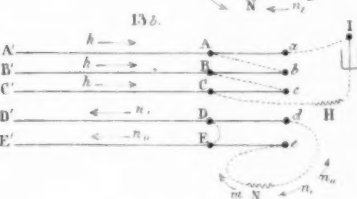
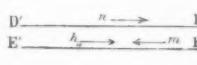
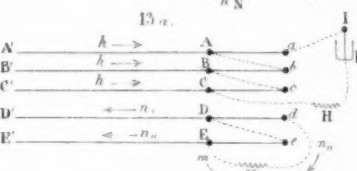
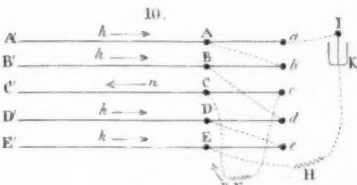
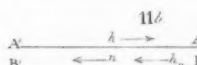
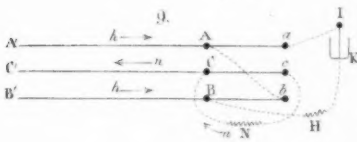
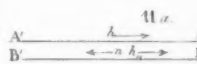
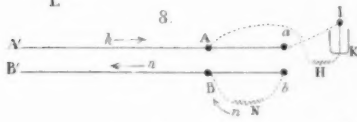
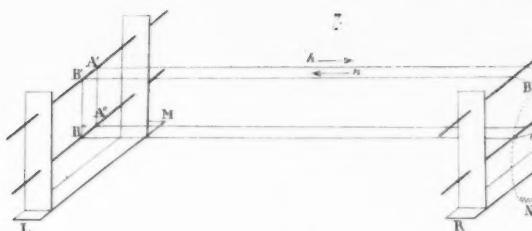


13 a.

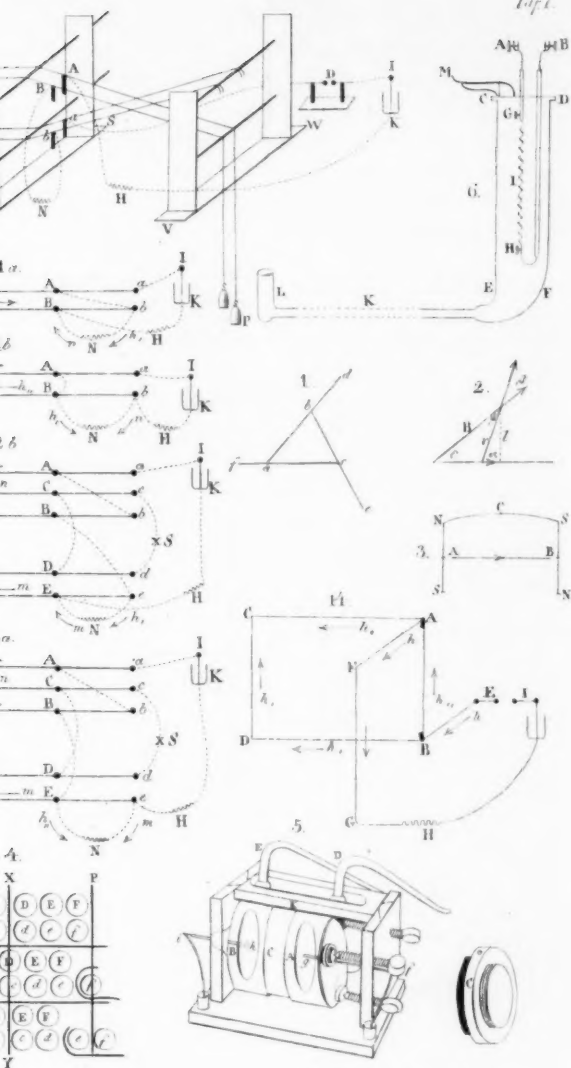


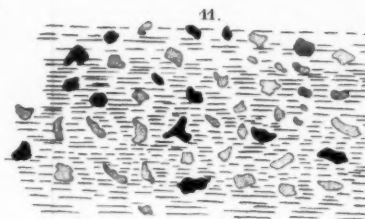
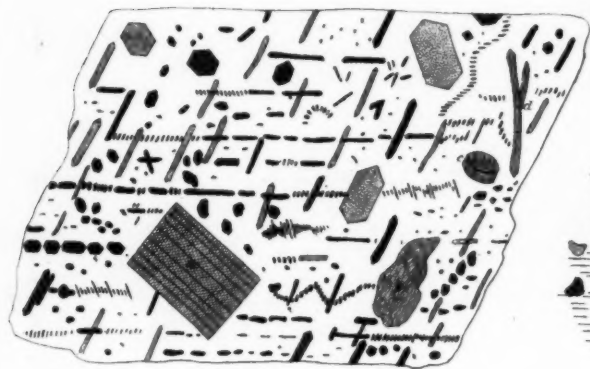
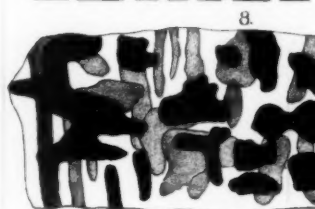
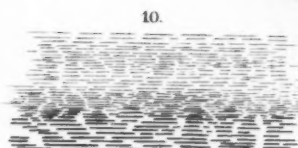
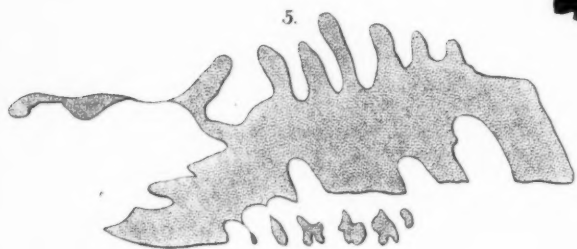
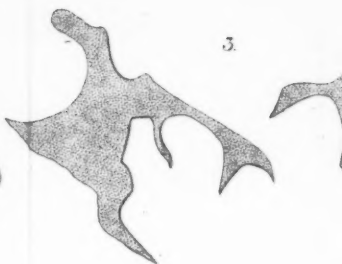
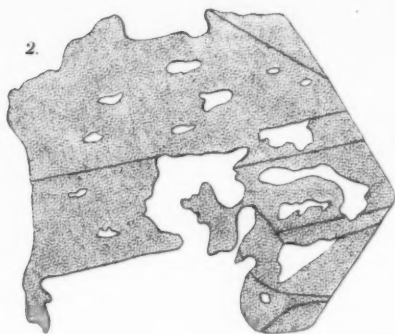
13 b.





Tafel.







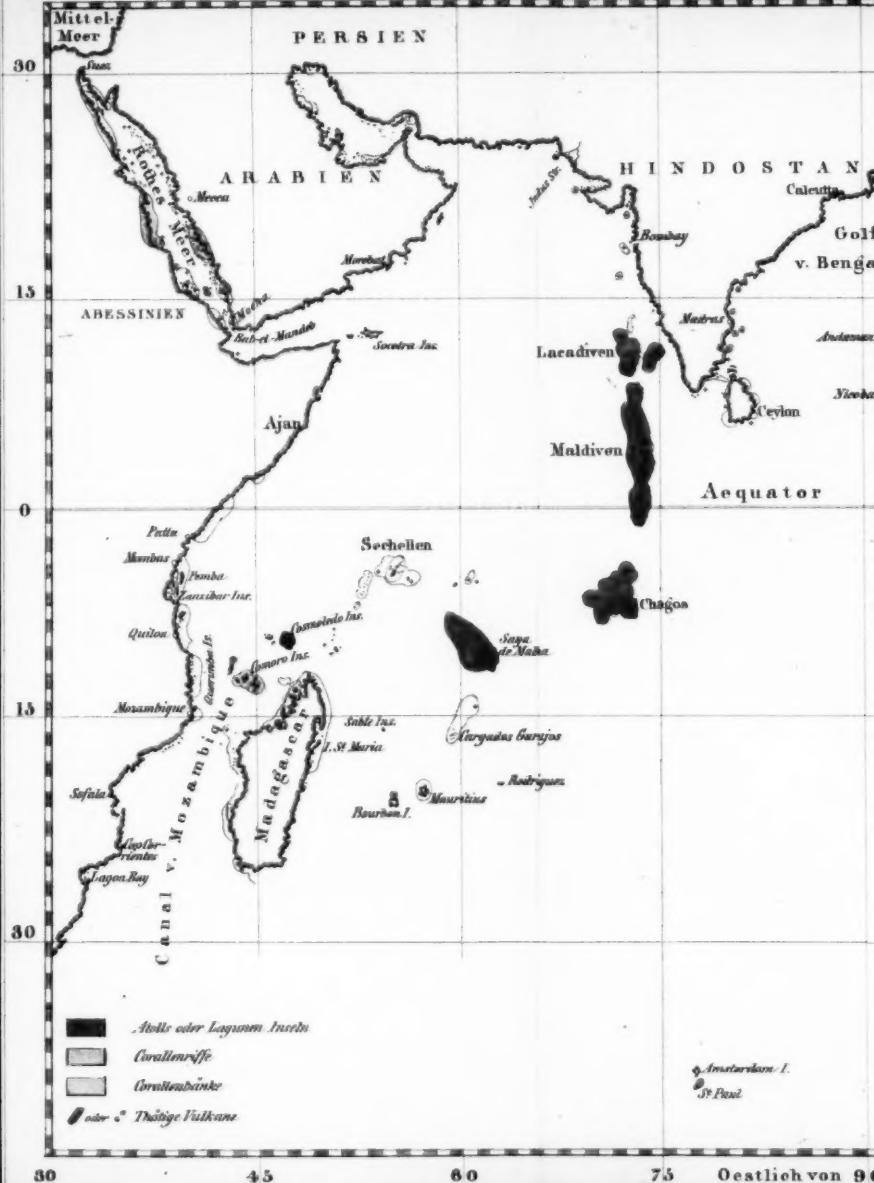
30

45

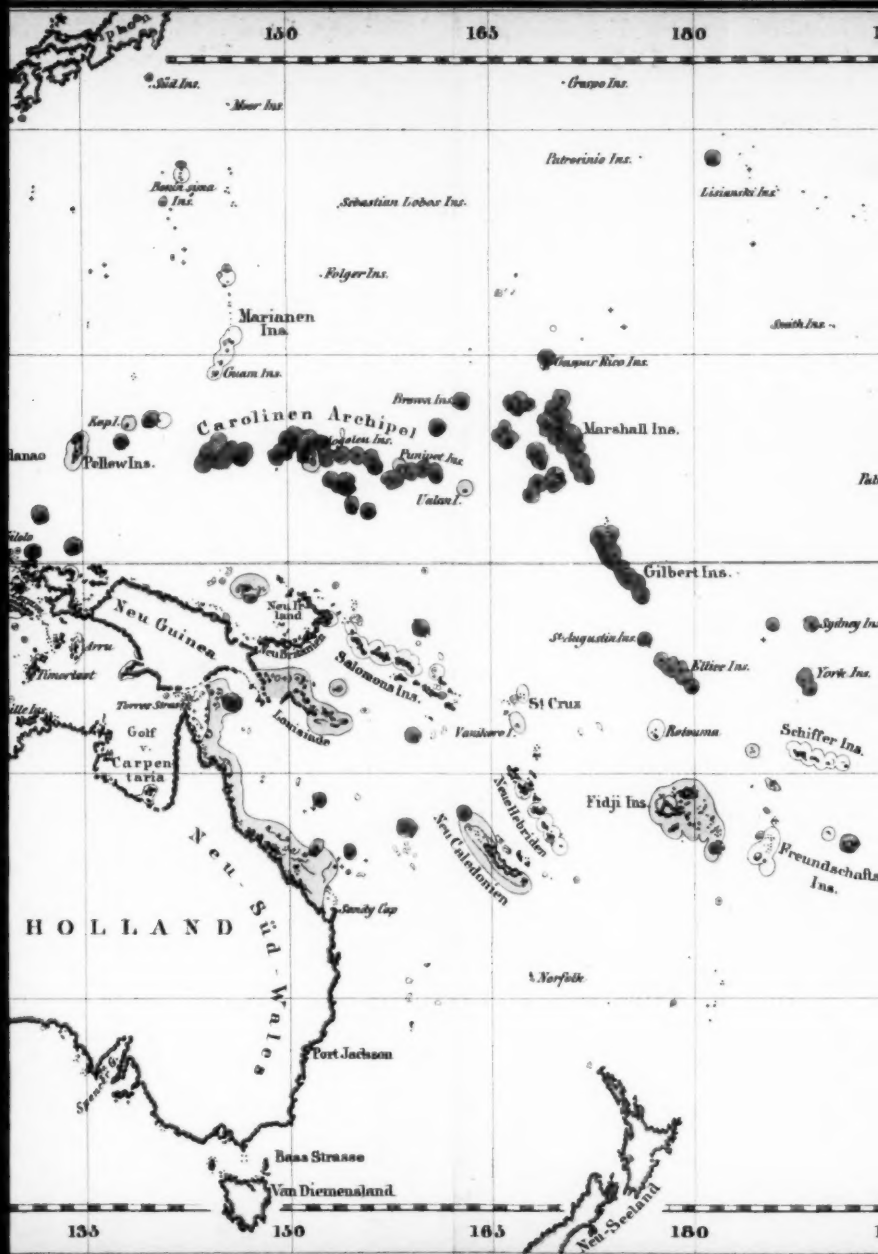
60

75

Oestlich von 90







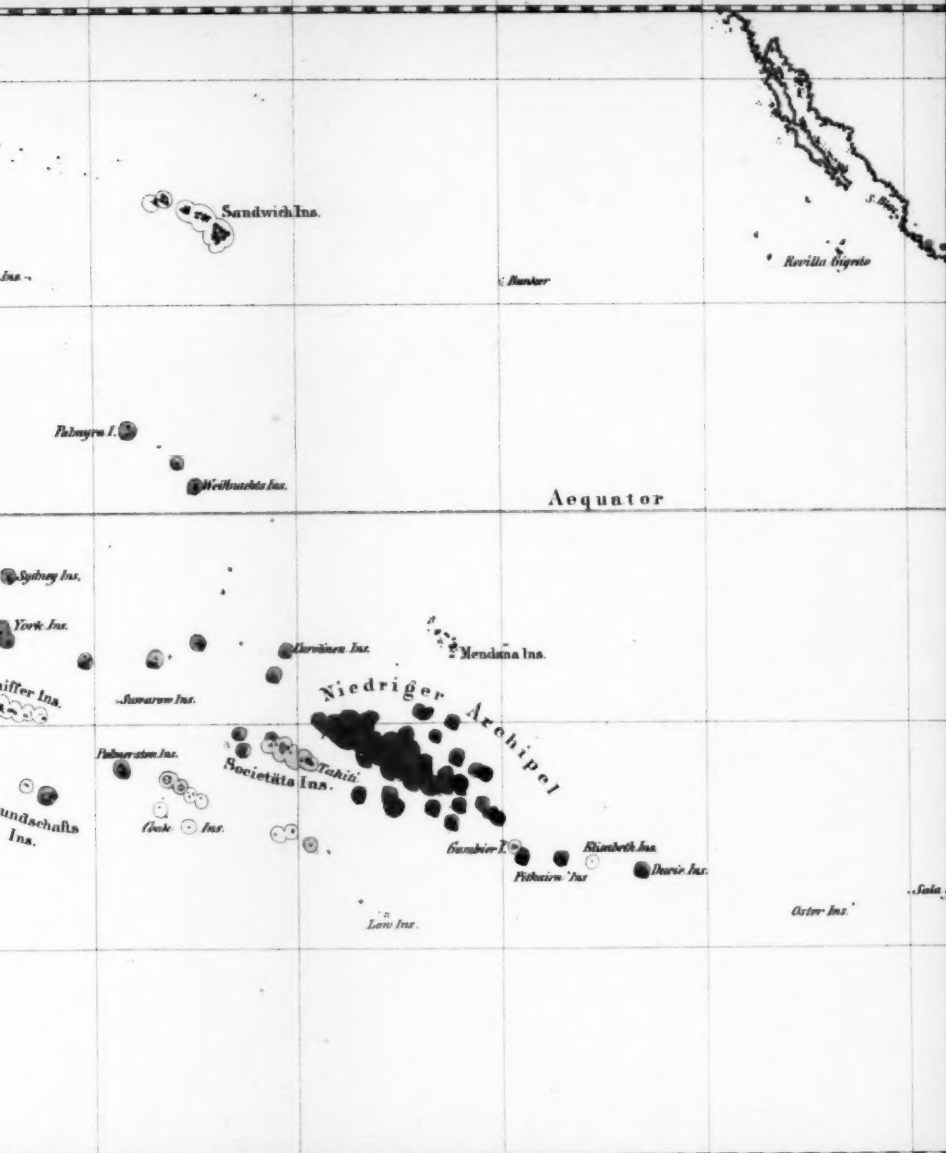
165

150

Westlich von 135 Greenwich

120

105



165

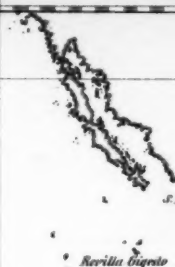
150

Westlich von 135 Greenwich

120

105

120

*Revilla Gigante***Sandwich Ins.**

1. *Sanctus*

Weilstechnik Inc.

Aequator

Niedriger Archipel

• Mendana Ins.

Corbin Inc.

concrete Inc.

System Inc.

Societăta Ins.

Takito

Book © Inc.

Columbia L.C.

Elizabeth Ann

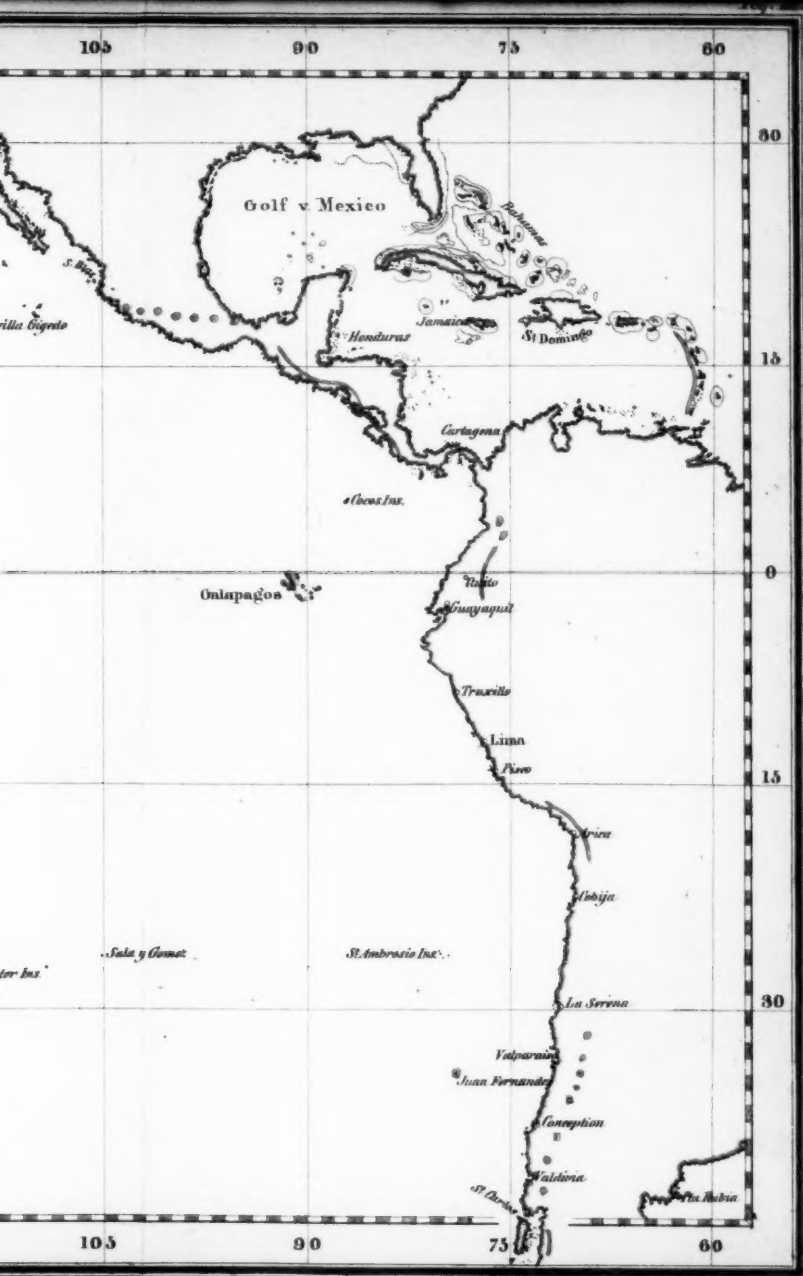
Pitman's Inc.

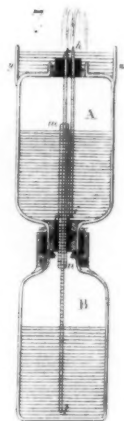
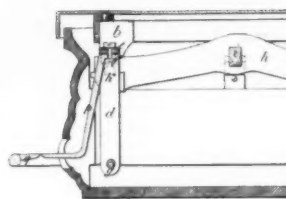
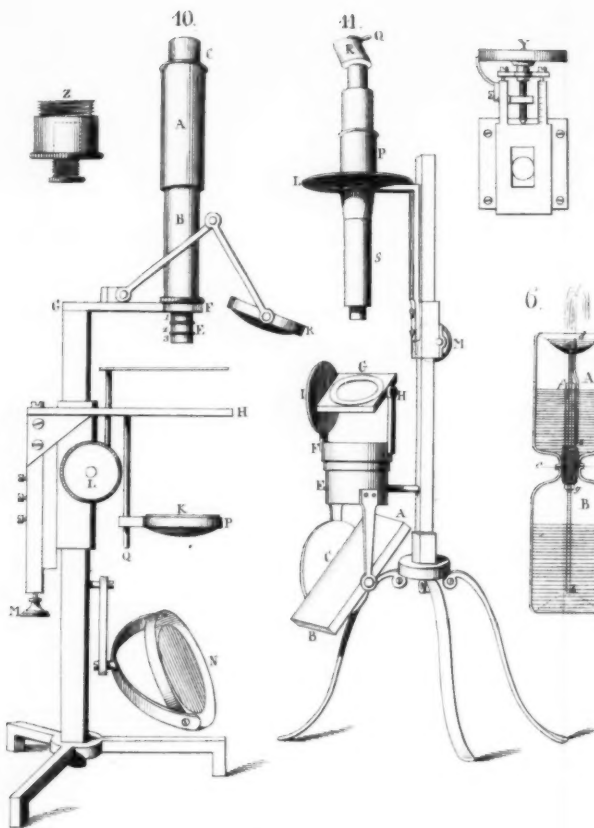
Durie Inc.

Low Ins.

Aster Ind.

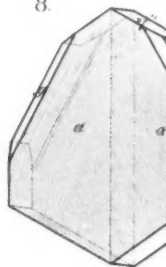
120





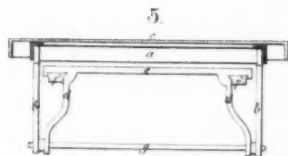
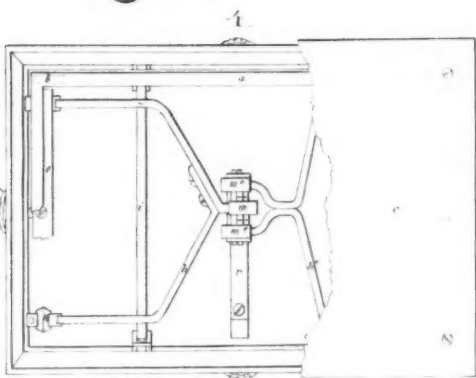
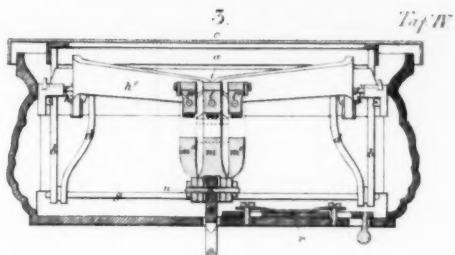
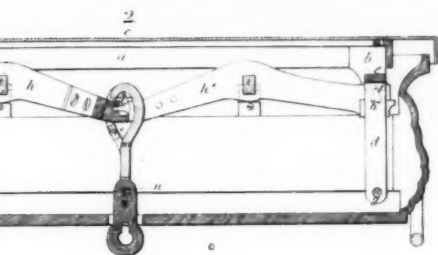
Chemical

8.



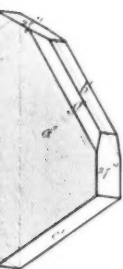
Figured as

(cont. Expt. Fig. 17)

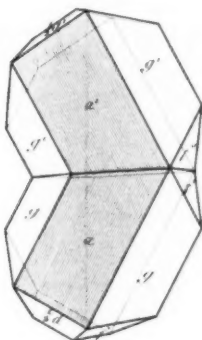


unvoll.

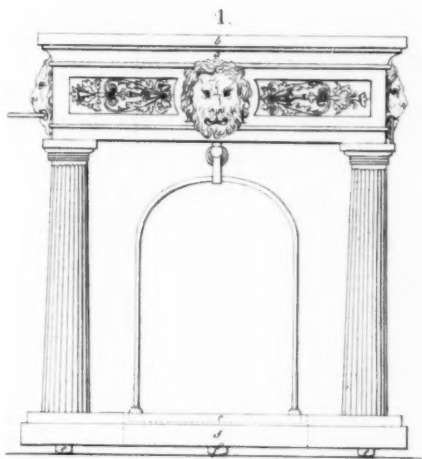
Wetgram.



9.

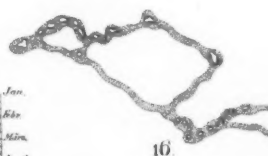
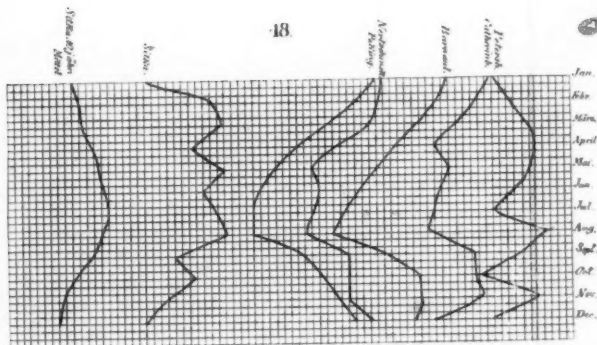
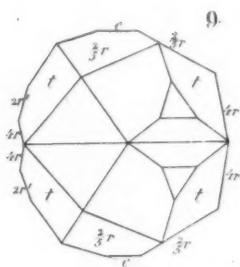
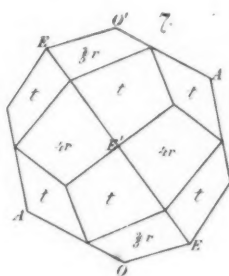
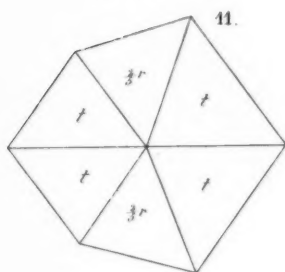
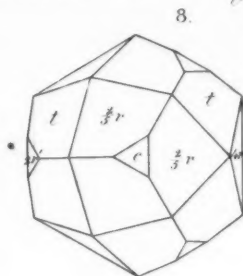
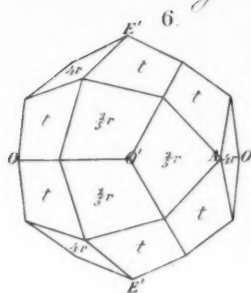
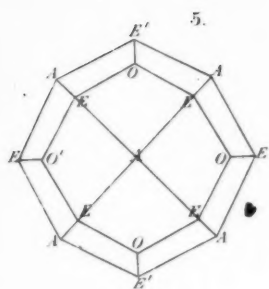


(and Taf. I. Fig. 23.)



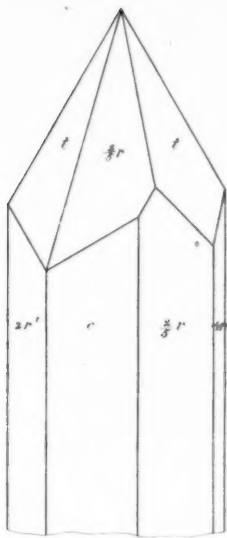
Ann. d. Phys. u. Chem. Bd. 64. St. 2

Ged. Silber von Hongsberg



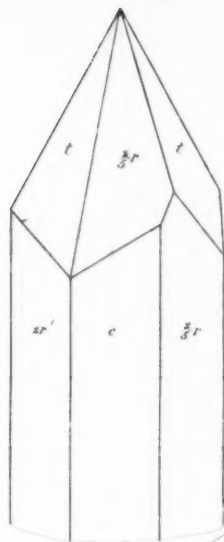
gsberg.

10.



4

12



Schleifischer Radant.

Taf. E

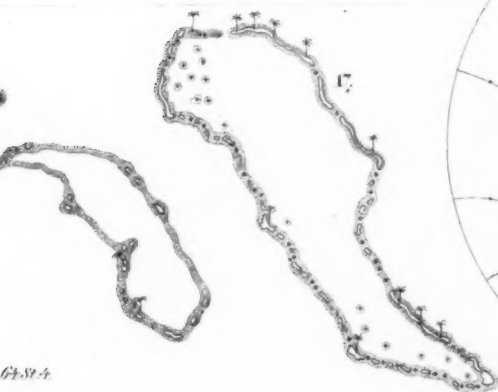
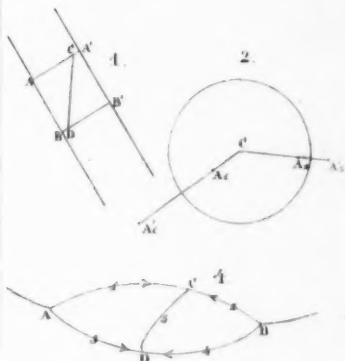
13.



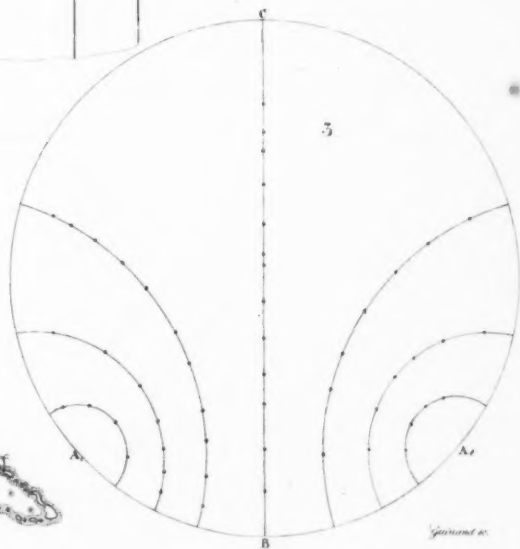
14.



15.



64. St. 4.



Gauß und v.